This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

A propos de ce livre

Ceci est une copie numérique d'un ouvrage conservé depuis des générations dans les rayonnages d'une bibliothèque avant d'être numérisé avec précaution par Google dans le cadre d'un projet visant à permettre aux internautes de découvrir l'ensemble du patrimoine littéraire mondial en ligne.

Ce livre étant relativement ancien, il n'est plus protégé par la loi sur les droits d'auteur et appartient à présent au domaine public. L'expression "appartenir au domaine public" signifie que le livre en question n'a jamais été soumis aux droits d'auteur ou que ses droits légaux sont arrivés à expiration. Les conditions requises pour qu'un livre tombe dans le domaine public peuvent varier d'un pays à l'autre. Les livres libres de droit sont autant de liens avec le passé. Ils sont les témoins de la richesse de notre histoire, de notre patrimoine culturel et de la connaissance humaine et sont trop souvent difficilement accessibles au public.

Les notes de bas de page et autres annotations en marge du texte présentes dans le volume original sont reprises dans ce fichier, comme un souvenir du long chemin parcouru par l'ouvrage depuis la maison d'édition en passant par la bibliothèque pour finalement se retrouver entre vos mains.

Consignes d'utilisation

Google est fier de travailler en partenariat avec des bibliothèques à la numérisation des ouvrages appartenant au domaine public et de les rendre ainsi accessibles à tous. Ces livres sont en effet la propriété de tous et de toutes et nous sommes tout simplement les gardiens de ce patrimoine. Il s'agit toutefois d'un projet coûteux. Par conséquent et en vue de poursuivre la diffusion de ces ressources inépuisables, nous avons pris les dispositions nécessaires afin de prévenir les éventuels abus auxquels pourraient se livrer des sites marchands tiers, notamment en instaurant des contraintes techniques relatives aux requêtes automatisées.

Nous vous demandons également de:

+ *Ne pas utiliser les fichiers à des fins commerciales* Nous avons conçu le programme Google Recherche de Livres à l'usage des particuliers. Nous vous demandons donc d'utiliser uniquement ces fichiers à des fins personnelles. Ils ne sauraient en effet être employés dans un quelconque but commercial.

+ *Ne pas procéder à des requêtes automatisées* N'envoyez aucune requête automatisée quelle qu'elle soit au système Google. Si vous effectuez des recherches concernant les logiciels de traduction, la reconnaissance optique de caractères ou tout autre domaine nécessitant de disposer d'importantes quantités de texte, n'hésitez pas à nous contacter. Nous encourageons pour la réalisation de ce type de travaux l'utilisation des ouvrages et documents appartenant au domaine public et serions heureux de vous être utile.

+ *Ne pas supprimer l'attribution* Le filigrane Google contenu dans chaque fichier est indispensable pour informer les internautes de notre projet et leur permettre d'accéder à davantage de documents par l'intermédiaire du Programme Google Recherche de Livres. Ne le supprimez en aucun cas.

+ *Rester dans la légalité* Quelle que soit l'utilisation que vous comptez faire des fichiers, n'oubliez pas qu'il est de votre responsabilité de veiller à respecter la loi. Si un ouvrage appartient au domaine public américain, n'en déduisez pas pour autant qu'il en va de même dans les autres pays. La durée légale des droits d'auteur d'un livre varie d'un pays à l'autre. Nous ne sommes donc pas en mesure de répertorier les ouvrages dont l'utilisation est autorisée et ceux dont elle ne l'est pas. Ne croyez pas que le simple fait d'afficher un livre sur Google Recherche de Livres signifie que celui-ci peut être utilisé de quelque façon que ce soit dans le monde entier. La condamnation à laquelle vous vous exposeriez en cas de violation des droits d'auteur peut être sévère.

À propos du service Google Recherche de Livres

En favorisant la recherche et l'accès à un nombre croissant de livres disponibles dans de nombreuses langues, dont le français, Google souhaite contribuer à promouvoir la diversité culturelle grâce à Google Recherche de Livres. En effet, le Programme Google Recherche de Livres permet aux internautes de découvrir le patrimoine littéraire mondial, tout en aidant les auteurs et les éditeurs à élargir leur public. Vous pouvez effectuer des recherches en ligne dans le texte intégral de cet ouvrage à l'adresse `http://books.google.com`

550.5 R459 v.11

Stanford University Libraries
3 6105 007 634 947

BRANNER
GEOLOGICAL LIBRARY

STANFORD UNIVERSITY LIBRARIES

REVUE

GÉOLOGIQUE SUISSE

POUR

L'ANNÉE 1880

PAR

ERNEST FAVRE

XI

GENÈVE, BALE, LYON
H. GEORG, LIBRAIRE-ÉDITEUR
1881

550.5
R459
v.11

TIRÉ DES ARCHIVES DES SCIENCES DE LA BIBLIOTHÈQUE UNIVERSELLE
Février et Mars 1881, tome V.
Avec l'autorisation de la Direction.

STANF
JUN 18 1959
GEOLOGY

REVUE GÉOLOGIQUE SUISSE

POUR L'ANNÉE 1880

PAR

M. ERNEST FAVRE

Cette revue est divisée, comme les précédentes, en deux parties : la première comprend l'examen des descriptions géologiques et des recherches relatives à la composition des roches, à la géologie dynamique, etc.; la seconde traite des travaux relatifs aux terrains, des formations les plus anciennes jusqu'aux dépôts actuels.

Nous devons à M. FALSAN [1] une notice sur la vie et les travaux d'Ébray (1823-1879), dont la carrière scientifique, commencée en France, s'est terminée dans la Savoie et en Suisse, contrées auxquelles il a consacré ses dernières années d'étude. Cette notice renferme la liste complète des publications de ce savant.

I. Descriptions géologiques, roches, géologie dynamique, etc.

Descriptions géologiques.

M. A. JACCARD [2] a fait paraître un manuel de géologie

[1] Falsan, Notice sur la vie et les travaux de Ch.-H.-Th. Ébray. *Mém. Acad. sc.*, Lyon, 1880, XXIV.

[2] Jaccard, Notions élémentaires de géologie, I. Locle, 1881.

élémentaire; la première partie est consacrée aux notions générales, aux roches, fossiles, etc.; la seconde, à la géologie stratigraphique; la troisième, à un résumé de l'histoire du globe. La plupart des exemples donnés dans l'étude des terrains sont tirés de notre pays et spécialement du Jura et de la plaine suisse. Ce travail renferme aussi dans un ordre méthodique plusieurs des coupes géologiques les plus intéressantes de cette région. L'auteur nous annonce pour l'année prochaine un deuxième volume traitant de la géologie appliquée. Cet ouvrage sera certainement utile aux élèves et aux amateurs, et il comble une lacune qui existait dans les publications scientifiques de notre pays.

ALPES. *Versant nord.* M. RENEVIER[1] a publié une orographie des massifs des Diablerets et du Wildhorn, dans les Alpes vaudoises, pour servir d'itinéraire aux excursions du Club Alpin. Ce travail renferme, à son point de vue spécial, beaucoup de renseignements sur la forme et la hauteur des montagnes et contient aussi de nombreux documents géologiques; on y trouvera une courte description des terrains de cette région, l'énumération des gisements fossilifères et un résumé de la constitution géologique de chacune des chaînes.

M. E. DE FELLENBERG[2] a continué la publication du récit de ses excursions dans les hautes Alpes bernoises et valaisannes; les documents géologiques dispersés dans ces pages seront bientôt, nous l'espérons, livrés ailleurs au public sous une forme plus scientifique.

[1] Renevier, Orographie de la partie des hautes Alpes calcaires comprise entre le Rhône et le Rawyl. *Itinéraire du S. A. C. pour 1880-1881.*

[2] E. von Fellenberg, Geologische Wanderungen im Rhonegebiet, 1878 und 1879. *Jahrb. S. A. C.* 1880, 268.

Le même auteur[1] a résumé ses observations sur le massif du Finsteraarhorn (Rev. pour 1879, 85), et M. LORY a exposé de nouveau à cette occasion sa théorie sur le soulèvement des masses centrales, théorie à laquelle M. RENEVIER ne peut se rallier entièrement.

M. ROTHPLETZ[2] a fait une étude des formations anciennes du flanc oriental du Tödi à propos d'une flore carbonifère qu'il a découverte dans cette région. Nous analyserons plus loin les intéressants résultats auxquels il est arrivé.

Nous avons signalé (Rev. pour 1879, 88) un mémoire dans lequel M. Vacek conteste l'exactitude des observations d'Escher et de M. Heim sur le double pli des Alpes glaronaises et n'admet pas l'existence du pli septentrional déjeté vers le sud. M. HEIM[3] a répondu en maintenant l'exactitude de ses observations. Il constate entre autres qu'on ne trouve nulle part les traces de la faille supposée par M. Vacek, et que l'on ne peut rapporter, comme le voudrait ce géologue, à une époque plus ancienne que celle du verrucano, des schistes qui présentent des intercalations très nombreuses de couches remplies de nummulites. M. VACEK[4] a défendu son opinion.

Saint-Gothard. M. STAPFF[5] a publié une coupe à

[1] *Session de la Soc. helv. des Sc. nat., Archives*, 1880, IV, 387.

[2] Rothpletz, Die Steinkohlenformation und deren Flora an der Ostseite des Tödi. *Mém. soc. paléont. suisse,* 1879, VI.

[3] Heim, Ueber die Glarner Doppel-Falte. *Verhandl. d. k. k. geol. Reichsanst.*, 1880, 155.

[4] Vacek, Erwiederung auf die Mittheilung des H. Prof. Heim. *Ibid.*, 189.

[5] Stapff, Geologisches Profil des S. Gotthard in der Axe des grossen Tunnels. *Appendice aux rapports publiés par le Conseil fédéral*, 1880.

1 : 25000 du massif du Gothard, d'après les observations faites à la surface de la montagne et dans l'intérieur du tunnel[1]. Il y a joint une description détaillée des roches et de leur disposition. On sait que la galerie traverse : 1° une partie du massif du Finsteraarhorn; 2° la vallée d'Ursern; 3° le massif du Gothard; 4° le flanc du nord de la vallée du Tessin. L'auteur signale d'abord les caractères extérieurs, les phénomènes superficiels, l'action de l'érosion, les glaciers actuels et les vestiges de leur ancienne extension; il passe ensuite à l'étude géologique de chaque région.

La roche du massif du Finsteraarhorn (0—2010^m de l'entrée du tunnel du côté nord) est un granit gneissique dont les éléments constitutifs sont l'orthoclase, la plagioclase, le quartz vitreux, un mica magnésien, ferrugineux, noir-verdâtre, un mica potassique blanc; les éléments accessoires sont la titanite, le fer magnétique, l'amphibole, l'épidote, la pyrite; les feldspaths y sont plus abondants que le quartz. La structure en est tout à fait granitoïde, la couleur blanche, la densité 2,68. On y trouve des intercalations de roche plus gneissique, de gneiss œillé, de gneiss gris. Cette roche prédomine entre 1100 et 1525^m et contient des bancs d'eurite et de micaschiste. L'eurite constitue une partie notable de la roche près de l'extrémité du massif. Parmi les minéraux cristallisés qui ont été recueillis, on n'a reconnu ni rutile, ni fer oligiste, ni l'acide carbonique liquide disséminé dans des pores microscopiques des cristaux, trois éléments qui se retrouvent dans les roches du mas-

[1] La longueur du tunnel est de 14920^m ; l'ouverture nord est à 1109^m au-dessus de la mer; l'ouverture sud à 1145; le point culminant à 1154^m,60 et le tunnel a une pente de 5,82 ‰ du côté nord et de 1 à 2 ‰ du côté sud.

sif du Gothard. La régularité de la structure est souvent troublée par des failles ou des cassures, surtout dans la région du gneiss gris; mais on ne constate pas dans ce massif les fissures et les fentes remplies d'argile qui sont si abondantes dans le Gothard.

Le pli d'Ursern (2010—4325^{m} à partir de l'entrée nord du tunnel) présente des roches beaucoup plus variées. Il n'est pas simple, mais il est compliqué, comme le montre la coupe, de plusieurs plis secondaires (Rev. pour 1879, 91). Le centre en est occupé à Altekirch par des cipolins qui sont la roche la plus récente; on y a reconnu des traces organiques; ils sont probablement d'époque jurassique, tandis que les schistes noirs qui les accompagnent appartiennent au lias et à des terrains plus anciens. Au pli qu'ils forment en correspond, plus au sud, un autre, où se trouvent des schistes qui paraissent être un équivalent des cipolins et sont flanqués comme eux de schistes noirs. Ces roches sont enveloppées de gneiss d'Ursern avec des couches quartzeuses et vertes qui forment les deux bords du pli et réapparaissent au centre de manière à prendre la forme d'un ω. La disposition générale est du reste compliquée par beaucoup de plis secondaires, de failles et de cassures.

Le massif du Gothard (4325—11742^{m} à partir de l'entrée nord du tunnel) est formé de deux catégories principales de roches, la serpentine et des roches gneissiques auxquelles sont subordonnées des roches amphiboliques. Les gneiss contiennent trois espèces de mica parmi lesquelles le mica magnésien brun est le plus abondant; l'orthoclase est le plus répandu des feldspaths, mais la plagioclase se trouve partout; le quartz est l'élément prédominant; les éléments accessoires sont le grenat, l'amphibole, l'épidote, la tourmaline, le fer magnétique,

la pyrite, etc.; le spath calcaire se montre comme produit de décomposition. Ces roches varient des micaschistes aux gneiss dont le mieux caractérisé est celui de Sella; il passe soit au gneiss micacé, soit à celui de la Fibbia (granit du Gothard), remarquable par ses grands cristaux d'orthoclase. Le gneiss micacé ordinaire, qui forme la majeure partie du massif et qui constitue la Gurschenalp, le Guspisthal et l'Alpe di Sorescia, se distingue par une abondance plus grande de mica et le retrait du feldspath. Ces roches sont riches en minéraux. La serpentine a seulement été observée dans le tunnel entre 4870 et 5310^{m}; on y trouve des filons de micaschiste et de porphyre.

Abstraction faite de la serpentine, les roches du Gothard se rapprochent beaucoup plus de celles du pli d'Ursern que celles du Finsteraarhorn. Le gneiss de Sella passe à celui d'Ursern par une transition insensible: les éléments accessoires, les minéraux des géodes et des filons, semblables dans les deux premiers, sont généralement distincts de ceux du dernier.

La structure en éventail de ce massif est beaucoup plus régulière sur le versant sud que sur le versant nord; un coup d'œil jeté sur la belle coupe de M. Stapff montre combien de perturbations locales, cassures, failles, glissements, sont venues détruire l'harmonie de cette disposition. Toutes ces fentes et dislocations convergent vers le centre du massif. Elles ont produit, comme dans la vallée d'Ursern, des déformations dans les couches, des plis et des brèches de friction.

Les roches du Gothard sont des terrains sédimentaires métamorphiques qui se lient sans interruption aux terrains plus récents des plis du Tessin et d'Ursern. M. Stapff a remarqué une correspondance remarquable entre les bancs de roches amphiboliques des deux ver-

sants, ainsi qu'entre les roches grenatifères et tourmalinifères. Les couches de ce massif ramenées à l'horizontale auraient une épaisseur de 5 kilomètres.

Dans le pli du Tessin (0—3178^{m} de l'entrée sud du tunnel), les 37 premiers mètres sont constitués par des terrains quaternaires qui se terminent brusquement à une paroi de dolomie, à partir de laquelle on a la coupe suivante :

37-90^{m}	Dolomie.
90-1142^{m}	Micaschiste grenatifère gris.
1142-1833^{m}	Micaschiste grenatifère vert et noir.
1833-3178^{m}	Micaschiste petrosiliceux, roches amphiboliques: micaschiste vert.

La première de ces roches, associée à de la cargneule, à des micaschistes calcaires et à un banc de quartzite, est bien définie; les trois autres groupes passent de l'un à l'autre et les divisions données n'indiquent que la roche principale, chaque variété de roches se rencontrant dans les diverses subdivisions; le feldspath devient plus abondant dans les couches profondes; le calcaire se trouve partout; le mica magnésien, rare dans le premier groupe, est plus abondant dans les derniers; les minéraux accessoires peuvent servir à établir quelques subdivisions. Ces roches, sans être identiques à celles du pli d'Ursern, ont cependant avec elles certaines analogies qui suffisent pour établir un parallélisme : les cipolins d'Altekirch correspondent à la dolomie du Tessin; les schistes à séricite au micaschiste grenatifère gris; le gneiss d'Ursern avec ses schistes verts et quartzeux aux micaschistes petrosiliceux avec ses couches amphiboliques, ses micaschistes verts et ses schistes quartzeux; le schiste noir de la route de l'Oberalp aux schistes noirs grenatifères (schistes des Nuffenen). Cet ensemble représenterait donc aussi dans la vallée du Tessin les terrains sédimentaires du jurassique au carbonifère. Leur épaisseur est de 3350^{m}. Les couches

plongent sous le Gothard avec une courbure marquée, leur inclinaison étant plus grande à la surface que dans le tunnel; on n'y constate que peu de fractures.

Le pli du Tessin a plus de minéraux communs avec le massif du Gothard que celui d'Ursern, et ces trois régions en ont beaucoup qui manquent au massif du Finsteraarhorn. La tabelle suivante indique leur répartition et montre que sur trente-deux minéraux, neuf, soit 28 %, se trouvent dans les quatre régions :

	Pli du Tessin	Gothard	Pli d'Ursern	Finsteraarhorn	
9	+	+	+	+	Pyrite de fer.
	+	+	+	+	Quartz.
	+	+	+	+	Carbonate de chaux.
	+	+	+	+	Apatite.
	+	+	+	+	Chlorite.
	+	+	+	+	Adulaire.
	+	+	+	+	Mica.
	+	+	+	+	Epidote.
	+	+	+	+	Titanite.
4	+	+	+	..	Pyrite magnétique.
	+	+	+	..	Fer oligiste.
	+	+	+	..	Rutile.
	+	+	+	..	Gypse.
3	+	+	..	..	Fer limoneux? (braunspath).
	+	+	..	..	Amianthe.
	+	+	..	..	Albite.
1	..	+	..	+	Molybdénite.
1	..	..	+	+	Fluorite.
1	..	+	+	..	Pyrite arsénicale.
1	..	..	..	+	Apophyllite.
5	..	+	..	..	Blende.
	..	+	..	..	Marcasite.
	..	+	..	..	Anatase.
	..	+	..	..	Desmine.
	..	+	..	..	Zéolite (en aiguilles).
7	+	..	..	..	Or.
	+	..	..	..	Pyrite de cuivre.
	+	..	..	..	Fer magnétique.
	+	..	..	..	Aragonite.
	+	..	..	..	Fer carbonate.
	+	..	..	..	Disthène.
	+	..	..	..	Tourmaline.
	23	23	15	12	TOTAL.

Ainsi le massif du Gothard est formé d'une série de sédiments métamorphiques qui se juxtaposent aux couches aussi métamorphiques des plis correspondants d'Ursern et du Tessin. L'épaisseur totale de ces formations est de $8^{kil.},35$. L'accumulation primitive des sédiments devait avoir une épaisseur de 15 kil. environ. Du côté d'Andermatt, la mer a été probablement moins profonde que du côté d'Airolo, et cette différence explique les variations dans la nature des roches qu'on peut aussi attribuer à l'action plus ou moins profonde du métamorphisme. Le granit du Finsteraarhorn doit appartenir à un horizon encore plus ancien que celui du Gothard. Il manque par conséquent entre lui et le pli d'Ursern des couches dont on trouve des représentants aux environs d'Amsteg; leur disparition date probablement du soulèvement du premier de ces massifs. Celui du Gothard n'a pris sa forme actuelle qu'à une époque plus récente.

Le travail de M. Stapff se termine par un tableau comparatif des coupes données par MM. Sismonda, Stoppani et Giordano en 1865, Giordano en 1872, de Fritsch en 1873 et ses propres observations en 1880. Je résume ici seulement ces dernières indications :

Granit gneissique, y compris une intercalation de gneiss de 417^m et 11^m de roche de contact.		2010^m
Gneiss d'Ursern; intercalations de gneiss gris, verdâtre et quartzeux.....	1520	
Cipolin et schistes noirs.....	205	
Gneiss à séricite avec bande de micaschiste calcaire et de schiste noir.....	465	
Schiste noir de la route de l'Oberalp.....	125	2315
Gneiss micacé (du Gurschen, etc.) avec couches de micaschistes (Glockenthurmli 100^m), gneiss (gneiss de Sella 950^m), gneiss amphibolique et amphibolite (480^m), serpentine (440^m) et gneiss quartzifère.....		7417

Micaschiste petrosiliceux avec schistes verts, roches amphiboliques et micaschistes calcaires.	1345	
Micaschiste petrosiliceux, micaschiste grenatifère avec couches de schistes quartzifères et de micaschiste grenatifère noir; amphibolite.	691	
Micaschiste grenatifère gris avec schiste quartzifère, micaschiste calcaire, et minces bancs d'amphibolite, plus 83m de cargneule et terrain morainique.....	1142	3178
		14920m

M. Giordano[1] a résumé le mémoire de M. Stapff sur le Gothard et a reproduit l'intéressante coupe donnée par ce géologue. Il remarque que les recherches faites depuis quelques années ont confirmé l'opinion qu'il a exprimée en 1871 sur la structure en éventail de ce massif et des autres masses centrales. Il examine ensuite les résultats obtenus par les observations pour la distribution des eaux et la température, et il termine par quelques considérations techniques.

Pour exposer les résultats de l'étude de la température, M. Giordano les a figurés par une coupe sur laquelle sont tracées trois courbes, indiquant les températures de la roche dans la galerie de direction, les températures moyennes du terrain à la superficie et celles de l'air à l'extérieur; la dernière, presque parallèle à la précédente, lui est inférieure de 3 à 5°, elle varie de — 6° à + 6°, et sous tout le centre de la montagne elle est au-dessous de 0; la seconde est presque partout supérieure à 0, qu'elle touche seulement en trois points, et varie de — 0°,6 à + 8°,3. La première courbe, cal-

[1] Giordano, Sulle condizioni geologiche e termiche delle grande galleria del S. Gottardo. *Bollet. del R. comit. geol.*, 1880.

culée par M. Stapff, donne un accroissement qui est généralement proportionnel à l'épaisseur des masses superposées et elle est assez semblable au profil de la montagne; cependant elle présente des irrégularités apparentes dues à la forme même de ce profil, à la variation dans la puissance calorifique des roches et aux réactions chimiques qui se produisent dans ces roches et dans les eaux qui y circulent. La température s'est accrue assez rapidement jusqu'à 22°,7 sous la vallée d'Ursern, pour redescendre à 18°,1 près d'Andermatt, et monter ensuite au-dessus de 30° sous le Kastelhorn et le Guspisthal; le point culminant est à 30°,8, à peu près sous le Kastelhorn (2861^{m}). La température du sol à la surface étant à 0°, et le tunnel ayant là 1154^{m},60 d'altitude, on peut estimer à environ 1° pour 52^{m} l'accroissement de la température [1], tandis que sous la vallée d'Ursern, il est de 1° pour 25^{m} et sous la Cima Loita-Misura qui domine Airolo de 1° pour 62^{m}. Le premier de ces deux chiffres prouve l'influence des masses latérales pour empêcher la dispersion du calorique; il peut être aussi attribué aux réactions chimiques dans l'intérieur des roches; le second s'explique en partie par les énormes infiltrations d'eau.

A ce mémoire est jointe une note de M. Cossa [2] sur la serpentine du Gothard dont M. Stapff a fait précédemment l'étude. Les échantillons de cette roche (n°s 96, 98, 99 et 100 de la série) ont été recueillis entre 4870 et 5306^{m} de l'entrée nord. M. Stapff la regarde comme formée par la décomposition de l'olivine brune dont on

[1] Le calcul fait pour le Mont-Cenis donnait 1° pour 51^{m} ½.

[2] Cossa, Sulla serpentina di S. Gottardo. (et Atti di R. Accad. d. Sc. di Torino 1881. XVI, 71)

retrouve encore de nombreux grains à l'état normal, et il est en cela d'un avis contraire à celui de M. Sjögren qui admet que ce minéral est du pyroxène. M. Cossa donne l'analyse microscopique de chaque échantillon, et il conclut que les roches n°s 96 et 98 ne sont pas des serpentines proprement dites, mais sont constituées par des minéraux (talc, pyroxène, olivine) susceptibles de se transformer en serpentine, et que le pyroxène prédomine dans la première de ces roches et l'olivine dans la seconde, fait qui explique le désaccord indiqué.

Cette serpentine n'est pas diallagique, le minéral pyroxénique qui la constitue ne présentant pas les caractères chimiques du diallage. Elle diffère des serpentines des Apennins par le manque de lamelles de bastite qui en sont caractéristiques.

M. Stapff [1] a reconnu une grande abondance de bactéries dans les fissures des parois du tunnel, à 5250^{m} de l'entrée nord. La présence locale de ces organismes prouve qu'ils ont été amenés non par des courants d'air, mais par des eaux d'infiltration, quoique la surface du sol soit en ce point à 974^{m} au-dessus du tunnel. La direction des couches rend probable que ces eaux proviennent de 5 à 600^{m} plus à l'ouest. Cette découverte prouve la facilité avec laquelle les eaux circulent même à travers des roches compactes, et ces infiltrations contribuent à expliquer la présence de dépôts de matières organiques (charbon, bitume) dans les roches cristallines, sans qu'il soit nécessaire de supposer l'existence d'une faune ou d'une flore contemporaine de leur formation. On peut entre autres attribuer à cette cause la présence de traces

[1] Stapff, Bacterien im Gotthardtunnel. *Zeitschr. für gesammt. Naturwiss.*, 1880, 848.

de graphite, mêlé à du gneiss décomposé, dans presque toutes les failles traversées par le tunnel.

M. GUMBEL [1] a reconnu à l'œil nu et dans des sections microscopiques des fragments de crinoïdes dans les calcaires d'Andermatt et il a confirmé ainsi les observations de M. Stapff relativement à l'origine de ces calcaires.

Versant sud. Des opinions très diverses ont été émises sur l'âge des terrains anciens qui bordent le lac Majeur. M. Taramelli a publié une partie des observations faites sur ce sujet par SPREAFICO [2] avec plusieurs coupes géologiques. Aux environs de Gozzano, cet auteur a reconnu des micaschistes permiens reposant sur le granit de Bugnate et recouverts par le porphyre. Près de Varallo, une masse considérable de gneiss de Strona est recouverte par le granit, pénétrée de filons de cette roche et repose sur une grande zone dioritique. Les environs d'Orta sont formés en majeure partie par le micaschiste argileux supérieur au granit de Bugnate et traversé par des filons de porphyre rouge. Ce micaschiste repose, au nord d'Orta, sur un gneiss très semblable au gneiss de Strona et qui occupe tout le bord du lac d'Orta jusqu'à Omegna; à cette formation appartient la masse granitique du Motterone qui en constitue la partie supérieure. Le granit se retrouve à Quarna, à l'O. d'Omegna, où commence la grande masse granitique du Val Sesia. Ces deux masses paraissent appartenir à la même zone, recouverte au SE. de la masse énorme des micaschistes argileux, et reposant au NO. sur une zone moins puissante de schistes gneissiques, injectée de filons du même granit.

[1] Gumbel, Aus den Alpen. *Neu. Jahrb.*, 1880, 286.

[2] Spreafico, Osservazione geologiche nei dintorni del lago d'Orta et nella Val Sesia. *Atti Soc. ital. dei Sc. natur.*, 1880, XXIII.

Nous devons à M. PARONA[1] l'étude géologique du bassin du lac d'Orta. Comme nous venons de le voir, le gneiss constitue une partie du bord oriental et septentrional de ce lac, tandis que le granit forme le Mont Motterone et se trouve en masse considérable sur le bord SO. du bassin avec quelques lambeaux isolés vers Quarna et Bugnate; les schistes micacés, talqueux et argileux, dirigés NE.-SO., atteignent une très grande épaisseur sur le bord oriental et méridional du lac, et ils sont intimement liés à deux roches d'origine éruptive, l'hypérite et le porphyre; ce dernier ressemble beaucoup à celui des environs de Lugano, il est plus récent que les schistes. L'auteur décrit les diverses variétés de ces roches; il signale ensuite à Gozzano un affleurement liasique riche en fossiles, qui appartient à la zone de la *Terebratula Aspasia*, Men., puis des dépôts pliocènes et le terrain glaciaire.

M. GUMBEL[2] a poursuivi ses recherches géologiques dans les Alpes en étudiant les montagnes des environs des lacs de Come et de Lugano. Bien que cette contrée ait été souvent explorée, et que MM. Spreafico et Negri en aient récemment publié une carte géologique, l'âge des formations qui y sont représentées est encore très discuté. A l'E. du lac de Come, l'auteur a observé à Bellano des micaschistes dans lesquels sont des intercalations de gneiss et de quartzites et qui appartiennent à l'époque la plus récente des terrains archéolitiques. Ce terrain forme la base d'un dépôt d'argile, de conglomé-

[1] Parona, Appunti geologici sul bacino del lago d'Orta, Novare 1880.

[2] Gümbel, Geognostische Mittheilungen aus den Alpen, VII. *Sitzungsber. k. bayer. Ak. Wiss. München*, 1880, 542.

rats et de grès à la partie supérieure duquel MM. Escher et Merian ont trouvé sur le chemin de Rogoledo les *Voltzia heterophylla* et *Aethophyllum speciosum*, espèces keupériennes; mais M. Gümbel exprime des doutes sur ces déterminations et pense que ces couches pourraient bien être l'équivalent de celles de Recoaro et de Neumarkt. Sur la couche à plantes fossiles se trouvent des couches identiques à celles de Seiss, surmontées d'une dolomie foncée que l'auteur rapporte au muschelkalk inférieur et qui passe à sa partie supérieure au marbre noir de Varenna, lequel renferme la *Posidonomya Mussoni*.

Ce calcaire, qui borde le lac sur une grande longueur, est extrêmement contourné; il appartient au muschelkalk et il est l'équivalent de l'*Ortlerkalk*, Gümb. des Grisons; il est recouvert des schistes à poissons de Perledo, surmontés eux-mêmes d'une dolomie qui appartient déjà à la base du calcaire d'Esino. Les schistes sont dolomitiques et renferment des *Bactrillium* et la *Posidonomya Wengensis*, ce qui établit leur parallélisme avec les couches de Wengen. Pour les couches supérieures qui appartiennent aux calcaires d'Esino, M. Gümbel se rattache tout à fait à la manière de voir de M. Benecke, contrairement à celle de Spreafico et de M. Taramelli; sur ces calcaires se trouvent les couches de Dossena à *Gervillia bipartita*, équivalentes des couches de Raibl, et pardessus, la dolomie principale. Celle-ci paraît, d'après les trouvailles de M. Gümbel (*Gyroporella vesiculifera*, *Trochus solitarius*, *Avicula exilis*, *Megalodon Gumbeli*, *Dicerocardium*), constituer une partie importante des montagnes qui avoisinent Esino.

Le muschelkalk des environs de Lecco, près de

Laorca, a un type très différent de celui de Varenna et rappelle celui du Val Trompia; on y trouve beaucoup de fossiles (*Retzia trigonella*, *Terebratula vulgaris*, *angusta*, etc.). Au SE. de Lecco se voient des formations plus récentes, rhétien, lias, jurassique supérieur et néocomien, dont les plus anciennes recouvrent constamment les plus jeunes.

Au nord de Lugano est une zone puissante de micaschistes sur laquelle repose le conglomérat blanc-grisâtre de Manno. Ce terrain qui, d'après les fossiles déterminés par M. Heer, appartient au carbonifère moyen, est formé d'une grande variété de roches, à l'exclusion du porphyre, et il est surmonté de couches qui sont l'équivalent du grès de Grœden et appartiennent au grès bigarré.

L'auteur donne ensuite la coupe du mont S. Salvatore : sur les phyllades micacées reposent un conglomérat à cailloux porphyriques, des schistes et des grès rouges, appartenant au grès bigarré, des couches dolomitiques sableuses (équivalent des couches de Seiss), puis une dolomie renfermant la faune du muschelkalk. On a trouvé, associées à ces fossiles, beaucoup d'espèces du calcaire d'Esino. Ce mélange a été expliqué de diverses manières; M. Gümbel admet qu'il n'est qu'apparent et que les deux dolomies d'époques différentes sont juxtaposées par suite d'une grande faille.

Les porphyres de Lugano ont aussi été l'objet de l'étude du même auteur. Il décrit un grand nombre de variétés diverses de ces roches. Un caractère commun à tous les porphyres rouges est la grande abondance de silice et le peu de magnésie qu'ils renferment. Les rétinites appartiennent aussi à ce même groupe. Les por-

phyres noirs, beaucoup moins variés de composition et de structure que les rouges, se distinguent des porphyres proprement dits et appartiennent au groupe des porphyrites. Je donne ici les analyses de deux échantillons de porphyres rouges (A et B, éch. II et V de M. Gümbel) et de deux échantillons de porphyres noirs (C et D, éch. I et III de M. Gümbel) :

	Porphyres rouges		Porphyres noirs	
	A	B	C	D
Silice	71,84	76,40	61,52	50,28
Alumine	16,32	12	19,96	19,24
Oxyde de fer	3,32	1,25	1,78	7,92
Oxydule de fer	—	—	3,16	1,98
Chaux	0,36	0,25	3,36	4,21
Magnésie	0,52	0,75	2,72	6,09
Potasse	4,32	4,00	3,24	3,24
Soude	2,13	2,00	3,28	2,81
Acide carbonique	—	—	0,56	0,40
Eau et perte	1,48	2,25	1,86	3,56
	100,29	98,90	100,60	99,73

Dans une seconde partie que nous analyserons plus loin, l'auteur traite la question du soulèvement et du contournement des couches.

M. TARAMELLI[1] a publié un appendice à la description géologique du Tessin méridional (Rev. pour 1879, 96). Ce supplément est consacré à l'étude des porphyres des environs de Lugano et à un catalogue des travaux relatifs à la géologie de cette contrée.

Cet auteur[2] rend compte des diverses opinions émises sur l'âge de ces porphyres; MM. Negri, Spreafico et

[1] Taramelli, Il canton Ticino meridionale, etc. Appendice. *Matér. pour la carte géol. de la Suisse*, XVII, 1880.

[2] Taramelli, Sulla determinazione cronologica dei porfidi luganesi. *Rend. R. Istit. lombardo*, 1880.

Stoppani les attribuent au permien, M. Curioni au trias supérieur, M. Michel Lévy au terrain carbonifère, M. Taramelli au trias inférieur et moyen (Rev. pour 1879, 99). M. Studer a protesté contre l'assimilation des porphyres rouges et noirs par MM. Negri et Spreafico, en rappelant l'observation qu'il a faite près de Maroggia, où il a vu les premiers pénétrer les seconds. M. Michel Lévy n'accepte pas non plus l'unification de ces porphyres dont les bruns ont une grande prédominance d'orthose, tandis que les rouges sont très riches en silice qui s'y trouve pour plus des trois quarts à l'état libre. M. Taramelli ne saurait se rallier à l'opinion de cet auteur qui, se basant sur leur constitution minéralogique et chimique, croit pouvoir les rapporter au terrain carbonifère. En effet, ce classement n'est pas conciliable avec les relations stratigraphiques observées entre ces roches et les terrains environnants, spécialement le conglomérat houiller de Manno dans lequel on ne trouve pas de cailloux porphyriques. Ces porphyres ont une grande ressemblance avec ceux du Tyrol méridional et du Val Trompia; ce fait, joint à certaines analogies de gisement, pourrait les faire attribuer à un âge identique, c'est-à-dire au permien; cependant on peut aussi reconnaître leur ressemblance avec les porphyres triasiques de Kaltwasser, près de Raibl. Il n'est pas non plus prouvé que tous les porphyres quartzifères du Tyrol et du Val Trompia soient permiens, la détermination exacte de leur âge dépendant encore de celle du calcaire à Bellerophon. Il est probable qu'une partie de ces porphyres acides et ceux de Lugano ont fait éruption à l'époque triasique.

M. Taramelli[1] a repris cette question dans un autre

[1] Il canton Ticino meridionale. Appendice.....

mémoire dans lequel il développe les mêmes idées. Je reproduis ici une série d'analyses de porphyres du Tessin et du Tyrol qui permet d'établir entre eux une comparaison. Ils se répartissent en trois groupes, représentés par les nos 1 à 3, 4 et 5 et 6 à 8 :

1. *Porphyre rouge* de la galerie près de Maroggia (de Fellenberg).
2. Porphyre rouge du Val Mœna, dans le Tyrol méridional (Tschermak).
3. Porphyre rouge-brun de Kaltwasser, près de Raïbl (Tschermak).
4. *Porphyre brun* de Maroggia (de Fellenberg).
5. Porphyrite du Val S. Pellegrino, dans le Tyrol méridional (Tschermak).
6. *Rétinite* de Grantola (Gargantini-Piatti).
7. Rétinite du Tyrol (Lepsius).
8. Porphyre inférieur à la phyllade permienne du M. Colombine, dans le Val Trompia (Gümbel).

	1	2	3	4	5	6	7	8
Silice.....	71,74	72,79	75,97	61,67	66,75	76,20	73,24	71,50
Alumine	12,60	12,84	13,84	16,38	16,53	10,40	10,40	10,79
Oxyde de fer.	2,45	3,02	1,20	6,31	4,32	3,15	2,89	6,40
Acide titaniq.	—	—	—	—	—	—	—	0,25
Chaux.....	2,30	1,22	—	2,57	4,71	0,04	1,66	0,15
Magnésie....	1,24	0,44	0,15	3,02	2,64	0,05	0,46	0,31
Sesquiox. de manganèse.	0,84	traces	—	0,30	—	—	—	0,30
Potasse.....	4,14	4,32	6,65	4,22	1,82	1,60	4,14	6,87
Soude.....	3,41	3,33	2,58	3,65	2,86		3,52	2,76
Eau et perte.	3,50	1,20	—	3,31	2,12	8,56	3,31	1,13
	102,22	99,16	100,39	101,43	101,75	100	99,55	100,46

M. Stache[1] a donné un aperçu de ses observations dans les Alpes centrales du Tyrol et dans le massif de l'Adamello, observations qui feront prochainement l'objet d'un travail spécial.

[1] Stache, Reiseberichte. *Verhandl. k. k. g. Reichsanst.*, 1880, 249.

Cet auteur[1] a reconnu dans le Tyrol méridional la présence de roches d'olivine dans trois gisements divers. Le premier comprend les montagnes du Sulzberg et de Monsberg; la roche est voisine de la lherzolite des Pyrénées; elle est très probablement associée aux roches amphiboliques de la zone des phyllades et des mica-schistes; le second se trouve au N. de l'Adamello, en relation avec des roches grenatifères et des calcaires cristallins; le troisième, à l'E. de ce massif, à la limite de la tonalite, dans un gneiss phylladique, qui est en contact avec une diorite.

Jura et plaine. M. Berlioux[2] a fait une étude générale du Jura et de son importance militaire, industrielle et agricole. Il constate le rôle de ces montagnes, placées au point d'entre-croisement de la grande ligne N.-S., marquée par les vallées du Rhône et du Rhin, et de la ligne E.-O. marquée par celle du Danube, et il reconnaît quatre directions ou lignes principales indiquées par des failles et par le relief du sol; la ligne N.-S. qu'on voit entre autres dans la chaîne du Colombier, la ligne O.-E. dans celle du Lomont, la ligne NE.-SO. dans le rebord oriental du Jura, la ligne NO.-SE. dans la chaîne de Villebois. Parmi ces lignes normales du sol, les deux premières sont celles suivant lesquelles ont agi les pressions; les deux dernières ont été produites par la combinaison des autres et en sont les résultantes. L'auteur signale l'influence de ces directions générales dans le monde entier. « Les deux forces qui ont façonné notre globe se réduisent en réalité, dit-il, à une force unique dont l'ac-

[1] Stache, Ueber das Vorkommen von Olivingesteinen im Sudtirol. *Verh. k. k. g. Reichsanst.*, 1880, 287.

[2] Berlioux, Lecture de la carte de France. Le Jura, 1880.

tion se transmet dans une double direction. Cette force unique est la rotation de la terre. Avec cette force et en vertu des lois de l'équilibre, les terres ont subi une double impulsion, l'une les refoulant vers l'équateur, l'autre les rejetant en arrière pour les entraîner dans le sens des parallèles. »

M. HOLLANDE[1] a donné une coupe géologique des environs de Chambéry, qui, dirigée de l'ouest à l'est, part du lac d'Aiguebelette, passe par la montagne de l'Épine, la Combaz, le plateau de Montagnole et aboutit au Pas-de-la-Fosse. Elle traverse l'extrémité du Jura et les chaînes subalpines et comprend les terrains jurassiques supérieurs, crétacés et tertiaires. Le terrain le plus ancien est la zone à *Amm. tenuilobatus* que l'auteur rapporte à l'oxfordien et qui apparaît au centre de la voûte de l'Épine. Il est recouvert de calcaires à rognons siliceux, de calcaire lithographique, de calcaires coralliens et du Purbeck sur lequel reposent les calcaires du Fontanil à *Natica Leviathan* et *Pygurus rostratus;* puis viennent des calcaires à *Ostrea macroptera,* le néocomien proprement dit, l'urgonien et la mollasse. A l'est de la Combaz, une faille sépare le Jura des chaînes subalpines; cette dernière région commence par le plateau de Montagnole. Sur la zone à *Amm. tenuilobatus* se trouvent des marnes et calcaires à ciment, surmontés d'un horizon coralligène (brèche d'Aizy, de Lémenc, calcaire grossier de Montagnole) qui est recouvert par les marnes de Berrias. Les chaînes jurassiennes présentent deux voûtes droites séparées par un pli synclinal; les

[1] Hollande, Coupe de l'Épine au Pas-de-la-Fosse. *Rev. savois.*, 1880, 92, 100.

chaînes subalpines offrent d'abord un pli synclinal et un pli anticlinal déjetés à l'O., puis un pli anticlinal normal.

M. GREPPIN [1] a indiqué brièvement quelques corrections à faire à la feuille VII de la carte géologique de la Suisse. Le massif compris entre la Saigne-Dessus, le Doubs et Montmelon, dans le Jura, appartient au terrain oolitique et non au terrain jurassique supérieur. Deux dépôts de terrain quaternaire, probablement glaciaire, devraient être indiqués à l'est de Corgemont (Val Saint-Imier) et au col de Pierre-Pertuis.

M. ALPHONSE FAVRE [2] a publié la description géologique du canton de Genève, qui est destinée à servir de texte à la carte géologique du même pays à 1 : 25000, due à cet auteur. A part la mollasse, le canton de Genève est formé uniquement par les terrains quaternaires dont on trouve une étude très minutieuse, étage par étage, dans le premier volume, tandis que le second volume renferme la description du sol dans les diverses parties du canton. Nous n'avons pas à analyser ici cet ouvrage dont M. DESOR [3] a déjà donné un compte rendu dans les *Archives*.

La COMMISSION GÉOLOGIQUE [4] a fait paraître les feuilles IV et V de l'Atlas fédéral qui comprennent l'angle N.-E. de la Suisse. M. GUZWILLER a colorié la plus grande partie

[1] Greppin, Observations géologiques, historiques et critiques, 5me série, n° 3. Bâle, 1880.

[2] A. Favre, Description géologique du canton de Genève, 2 vol. 1880.

[3] *Archives*, 1880, IV, 45.

[4] Commission géologique. Feuilles IV et V de l'Atlas fédéral à 1 : 100000, coloriées par MM. Gutzwiller et Schalch, 1880. — La feuille V, qui ne contient qu'un fragment de terrain, a été jointe à la feuille IV.

de cette carte, comprenant une portion des cantons de Thurgovie, de Saint-Gall et de Zurich au S. du lac de Constance. M. SCHALCH a colorié le canton de Schaffhouse et le Hehgau. Le figuré de la région située au N. du lac de Constance est emprunté à la carte de M. Schill. Le terrain jurassique est représenté par plusieurs horizons sur la rive droite du Rhin, où sont aussi indiqués les basaltes et les phonolites bien connus de cette région. Tout le reste de la carte est occupé par les terrains tertiaires et quaternaires, principalement par les divers étages de la mollasse et le terrain glaciaire. Nous attendrons le texte relatif à cette feuille pour la décrire d'une manière plus détaillée.

Roches, géologie dynamique, etc.

ROCHES ET MINÉRAUX. M. A. FAVRE[1] a donné une étude très complète des roches du canton de Genève; la plupart sont des roches alpines erratiques, amenées par le glacier du Rhône. Il décrit les roches compactes ne contenant que de la silice, celles dans lesquelles la silice est combinée et associée à diverses matières, les roches siliceuses d'agrégation, les roches à base de chaux et les combustibles minéraux.

M. POZZI[2] a étudié quelques variétés de la protogine du Mont-Blanc : une variété à grain fin, prise au pied de l'Aiguille du Pétéret à la sortie de la vallée de Combalet; une autre variété à plus gros grain, avec grands cristaux d'orthoclase disséminés, provenant du pied de la cime

[1] Description géologique.....

[2] E. Pozzi, Sopra alcune varieta di protogino del Monte Bianco. *Atti Acad. Sc. Torino*, 1879, XIV.

du côté des glaciers de la Brenva, et une troisième à gros grain et à structure gneissique de la Tour-Ronde. Il en a décrit les éléments constitutifs, quartz très abondant, orthoclase en cristaux et en fragments, mica et talc; ce dernier minéral est d'autant plus commun que la roche est en plus gros grains.

M. Cossa [1] a décrit le feldspath corindonifère de Biella, dans le Piémont, dont le gisement à été découvert au commencement du siècle par Muthuon et décrit par Lelièvre. La roche analysée provient de Foggia, dans le territoire de Trivero, et forme des veines dans la diorite; elle est blanche, compacte ou feuilletée et constituée par un mélange microcristallin de fragments de plagioclase; la densité en est de 2,628 à 17° C. L'auteur en donne l'analyse, ainsi que celle du corindon qui y est renfermé et dont la densité est, à la même température, de 3,842.

Le même auteur [2] a reconnu de petits cristaux de rutile dans une éclogite (gastaldite) recueillie dans la partie supérieure du Val Tournanche, sur le versant italien du Mont-Cervin.

Voici l'analyse, faite par M. Marshall-Hall [3], d'une roche serpentineuse de la vallée de Saas, dans le Valais, qu'il a comparée avec celles de roches de même nature trouvées en Écosse :

Densité 2,56 :

SiO_2	40,56
Al_2O_3	1,40

[1] Cossa, Sul feldispato corindonifero del Biellese. *Atti Accad. dei Lincei*, 1879.

[2] Cossa,* Rutil in Gastaldit-Eclogite von Val Tournanche. *Neu. Jahrb.*, 1880, 162.

[3] Marshall-Hall and Heddle, On serpentinous Minerals from the Saas-Thal and from Scotland. *Mineral. Magaz.*, 1880, n° 16.

* Sui cristalli microscopici di Rutilo contenuti in una eclogite di Val Tournanche. Atti Accad. Torino 1880, XV, 21

Fe O	10,83
Ca O	0,16
Mg O	35,20
Perte au feu (H_2 O?)	11,80

Cette roche contient probablement aussi quelques traces de chrome, de nickel et de cobalt.

Cet auteur[1] a aussi analysé des cristaux noirs qui se trouvent dans le gabbro de la même vallée et que l'on considère comme de l'hypersthénite :

	Hypersthène (?)	Saussurite
Si O_2	51,82	51,73
Fe O (trace de Fe^2 O^3)	13,76	traces(?)
Al^2 O^3	5,10	31,0
Ca O	22,69	11,11
Mg O	7,60	1,12
Alcalis	traces	4,56
Mn, Ni	traces	—
	100,97	100
Dureté,	plus de 6	Près de 7
Densité,	3,215	3,082

L'alumine indiquée dans la première analyse provient probablement de la roche enveloppante (saussurite) qu'il est difficile d'en séparer entièrement. L'abondance de la chaux rapproche ces roches du pyroxène plus que de l'hypersthène.

M. Rammelsberg[2] a donné l'analyse suivante de la ginilsite des Grisons, minéral gris-jaunâtre, compacte, provenant de la Ginilsalp, et dont M. de Fellenberg a publié anciennement des analyses très différentes :

[1] Marshall-Hall, *Bull. Soc. vaud.*, 1880, XVI, 705.

[2] Rammelsberg, Ueber Aerinit und Ginilsit. *Zeitschr. d. d. geol. Ges.*, 1876, XXVIII, 234.

Densité : 3,404.

Silice	37,83
Alumine	7,77
Oxyde de fer	15,63
Chaux	26,67
Magnésie	9,73
Eau	3,30
	100,93

Autant les roches éruptives sont abondantes sur le versant méridional des Alpes tyroliennes, autant elles sont rares sur le versant nord. M. PICHLER[1] a ajouté aux éruptions déjà connues de gabbro de la Wildschönau et de l'Albach et au porphyre pyroxénique d'Ehrwald, la découverte d'une porphyrite micacée, non quartzifère, qu'il a observée au col de Steinach, près du gisement de fossiles du terrain houiller. Cette roche renferme des grains irréguliers d'un feldspath verdâtre qui est peut-être du labrador et des cristaux plus rares de plagioclase ; on y reconnaît aussi de la biotite, de la pyrite et de la magnétite ; la pâte est finement cristalline.

M. MÜGGE[2] rapporte cette roche aux diabases micacées ou kersantites; il y a reconnu la présence des feldspaths labrador et orthoclase et de mica, mais le minéral le plus abondant est le pyroxène et l'on y trouve aussi du quartz, du spath calcaire et du fer titané.

M. J. BERNHARDT[3] a fait des recherches sur la phonolithe à noséane de Hohentwiel, dans le Hehgau (grand-duché de Bade). Il décrit d'abord la structure géologi-

[1] A. Pichler, Aus Tirol. *Neu. Jahrb.*, 1880, 292.

[2] Mügge, *Neu. Jahrb.*, 1880, 293.

[3] Bernhardt, Beitrag zur Kenntniss des Noseanphonoliths vom Hohentwiel im Hegau. Bern, 1877. Extr. *Mittheil. Bern*, 1878, 12.

que de cette contrée et particulièrement les rapports de cette phonolithe avec les terrains environnants, puis il fait l'étude minéralogique et chimique de cette roche. En voici les résultats :

	A. Roche fraîche	B. Roche altérée
Densité	2,54	2,41
Dureté	6	5
Parties solubles	55,9 %	39 %
Parties insolubles	41,4 %	61 %

L'analyse chimique donne les résultats suivants :

	A	B
$Si\,O^2$	55,214	55,812
$Al^2\,O^3$	21,782	19,871
$Na^2\,O$	10,637	8,058
$K^2\,O$	3,475	6,231
$Ca\,O$	2,097	—
$H^2\,O$	2,069	3,874
$Fe^2\,O^3$	2,061	2,583
$Fe\,O$	2,006	1,549
$Mg\,O$	0,128	1,810
$S\,O^3$	0,456	—
Cl	0,074	—

On y trouve en outre des traces de manganèse, de tithane et de lithine, et, dans la roche altérée, d'acide carbonique. L'analyse de cette roche a déjà été faite en 1828 par Gmelin sur un échantillon altéré.

M. Pisani[1] a fait un examen chimique de la turnerite, minéral trouvé d'abord dans le Dauphiné, puis à Tavetsch dans les Grisons, et dans la vallée de Binnen en Valais, et qu'il a rapproché de la monazite ; c'est un phosphate de cérium dont l'analyse donne les résultats suivants :

[1] Pisani, Examen chimique de la turnerite. *Comptes rendus*

Acide phosphorique.....	28,4
Oxyde de cerium, lanthane.....	68,0
	96,4

Le lanthane y est en très faible proportion.

La dolomie du Binnenthal, dans le Valais, et les minéraux qu'elle renferme ont été l'objet de l'étude de M. Th. ENGELMANN [1]. Cette roche est, ainsi que celle de Campolongo, au sud du Saint-Gothard, intercalée entre les gneiss et les schistes gris; c'est la variété saccharoïde qui est la plus riche en minéraux. Ils appartiennent aux espèces suivantes et sont tantôt disposés en bancs dans l'intérieur de la roche, tantôt dans des cavités ou des géodes :

Binn. Dolomie, chaux, quartz, baryte, barytocélestine, hyalophane, phlogopite, fuchsite, mica sp., corindon, tourmaline, pyrite, mispickel, réalgar, orpiment, blende, binnite, dufrénoysite, jordanite, sklérosclase (arsénomélane).

Campolongo. Dolomie, chaux, quartz, baryte, phlogopite, talc, corindon, diaspore, tourmaline, grammatite, pyrite, rutile, titanite.

Un grand nombre de ces minéraux ont été étudiés au microscope, étude qui a fourni un certain nombre de résultats nouveaux. Nous donnons ici l'analyse de la tourmaline verte de Campolongo :

Fluor.....	0,60
Silice.....	39,26

Acad. Sc., 1877, t. 84, p. 462. — Voy. sur la présence de ce minéral dans le Binnenthal et sur sa composition : Klein, *Neu. Jahrb.*, 1875, 851; G. vom Rath, *ibid.*, 1876, 393; Trechmann, *ibid.*, 1876, 593.

[1] Th. Engelmann, Ueber den Dolomit des Binnenthales und seine Mineralien verglichen mit dem von Campo longo. Inaug. Dissert. Berne, 1877. Extr. *Mittheil. Bern*, 1878, 13.

Alumine	38,39
Acide borique	(9,40)
Oxydule de fer	4,51
Oxydule de manganèse	1,12
Magnésie	1,02
Soude	2,43
Potasse	0,38
Eau	2,41

L'auteur a ajouté à ce travail une description de la chaux fluatée rose-rouge du Trift et de la chaux fluatée incolore du glacier de Bächli, au Grimsel, l'une et l'autre examinées au microscope.

On trouve en grande abondance dans un gisement du voisinage de Vulpera, dans les Grisons, sur l'ancien chemin de Tarasp, un minéral jaune et blanchâtre, intercalé dans la serpentine; c'est une chaux carbonatée magnésifère à laquelle on a donné le nom de taraspite; il est cristallin, grenu, tranchant sur les arêtes; il se dissout faiblement dans l'acide chlorhydrique froid, et entièrement dans ce même acide étendu et chauffé. M. List[1] en a fait l'analyse :

Chaux carbonatée	55,33
Magnésie carbonatée	44,52
Oxydule de fer	1,76
	100,61

On peut donc le considérer comme une dolomie grenue, feuilletée, dans laquelle une petite partie de magnésium est remplacée par du fer.

M. Renevier[2] a fait analyser par M. Marshall-Hall des

[1] List, Analyse des Tarasper Bitterspathes (Taraspit). *Jahresber. naturf. Ges. Graubündens*, 1878, 40. — Ce minéral a déjà été mentionné par Théobald (*ibid.*, 1858, 26).

[2] Renevier, *Bull. Soc. vaud.*, 1880, XVI, 701, 704.

roches triasiques des Alpes vaudoises, pour connaître la quantité de carbonate de magnésie qu'elles renferment; le résultat a prouvé que cette quantité est extrêmement variable et que l'on ne peut juger seulement par l'aspect extérieur de la roche de sa nature plus ou moins dolomitique. Le même savant a reconnu aussi que le cipolin de Crevola, près de Domo-d'Ossola, est une dolomie saccharoïde micacée, et renferme 58 °/₀ de carbonate de chaux et 37 °/₀ de carbonate de magnésie.

M. Gumbel [1] a remarqué l'analogie entre le Röthikalk de la Suisse et certaines roches des couches de Werfen, de Seiss et de Campil dans le Tyrol. La première de ces roches est une dolomie normale renfermant de l'oxydule de manganèse carbonaté et de l'oxyde de fer qui lui donne, par sa décomposition, la couleur rougeâtre qui la caractérise.

Les schistes éocènes des Alpes orientales suisses ont été examinés par M. Pfaff [2], d'après des échantillons recueillis aux environs de Ragatz et près d'Elm dans la vallée de Sernf. Ces schistes, ordinairement gris et tendres, varient cependant beaucoup de couleur et de dureté ; ils renferment 17 à 32 °/₀ de carbonate de chaux et 1.67 °/₀ de carbone. Abstraction faite du premier de ces éléments, l'analyse donne les résultats suivants :

Silice	56,97
Alumine	15,64
Oxyde de fer	11,64
Chaux	1,16

[1] Gümbel, Röthikalk. *Verhandl. k. k. g. Reichsanst.*, 1880, 276.

[2] Pfaff, Petrographische Untersuchungen ueber die eocenen Thonschiefer der Glarner Alpen. *Sitzungsber d. k. bayer Akad. d. Wiss. München*, 1880, 461.

Magnésie	traces
Potasse	4,27
Soude	0,62
Carbone	1,67
Eau	9,52

L'étude microscopique a fait reconnaître la prédominance du mica et la présence du quartz, d'une matière noirâtre, d'un peu de feldspath, etc. La roche a une structure très nettement schisteuse; on y trouve disséminés des nodules de 2 à 4 millim. de diamètre. Ces schistes ont dû se déposer dans l'état où ils existent maintenant; leur comparaison avec d'autres schistes argileux prouve qu'ils sont le produit de phénomènes mécaniques, plutôt que d'actions chimiques; mais on ne peut nier que celles-ci n'aient joué aussi un rôle important pendant leur formation.

Le calcaire de la Lochseite (Lochseitenkalk) situé, dans le grand pli des Alpes glaronaises, à la limite des schistes éocènes sur lesquels il repose, et du verrucano dont il est recouvert, a été rapporté par M. Heim au terrain jurassique supérieur; il forme un banc peu puissant et il est étonnant qu'il n'ait pas pris part aux plissements aigus observés, dans les roches éocènes sous-jacentes. M. Pfaff[1] en a donné l'analyse suivante :

Insoluble dans les acides	46,39
Carbonate de fer	11,62
Carbonate de chaux	39,03
Carbonate de strontiane	0,23
Carbonate de magnésie	2,01
Total	99,28

[1] Pfaff, Einige Beobachtungen über den Lochseitenkalk. *Zeitschr. d. d. geol. Ges.*, 1880, XXXII, 536.

Le premier de ces chiffres se décompose de la manière suivante :

Silice	63,20
Oxyde de fer	7,20
Alumine	14,36
Calcaire	traces
Magnésie	1,35
Potasse	5,24
Soude	1,73
Houille (ou graphite)	2,91
Perte	4,01
	100

C'est là une composition assez bizarre pour un calcaire et qui lui donne, avec les schistes d'Elm, une grande ressemblance que l'étude au microscope vient encore confirmer; elle n'a aucune analogie avec celle des calcaires jurassiques et on n'y trouve pas de traces de fossiles. Cette roche est un intermédiaire entre le calcaire et les schistes et il est peu probable, comme le croit M. Heim, qu'elle représente le calcaire jurassique supérieur étiré et aminci sous l'action de la pression.

Les carrières de marbres de Saillon ont été déjà décrites dans plusieurs notes (Rev. pour 1879, 110)[1]. M. Guinand[2] en a donné une nouvelle coupe dans laquelle il distingue huit assises qui sont de bas en haut :

1. Fond vert clair, avec veines plus foncées; vert moderne; au moins 3^m.
2. Blanc, avec veines ondulées gris-bleu et violettes; cipolin grand antique; $1^m,30$.
3. Violet très foncé ou noirâtre; $0^m,80$.

[1] Voyez aussi Jaccard, *Le Patriote suisse*, 31 juillet 1879.

[2] Guinand, Notice sur les marbres de Saillon. *Bull. Soc. vaud.*, 1880, XVI, 599.

4. Gris-perle; $0^m,80$.
5. Vieil ivoire à veines rubanées vertes, gris-bleues et violettes; $1^m,20$.
6. Blanc, à grain fin.
7. Gris et noir.
8. Marbre bleu avec veines blanches et jaune-or; *Portor-suisse.*

Une société a été formée pour l'exploitation de ces roches remarquables.

CHALEUR INTERNE. M. LOMMEL [1], ingénieur du chemin de fer du Simplon, et M. STAPFF [2], géologue de la compagnie du Gothard, ont publié diverses notes sur l'accroissement de la température dans l'intérieur des montagnes et sur l'influence de cette température sur les travaux des tunnels. Les *Archives* ayant déjà résumé cette discussion, je me borne à signaler ici ces recherches.

EFFETS DE LA PRESSION SUR LES ROCHES. M. GUMBEL [3] n'est pas partisan de la théorie de M. Heim, d'après laquelle les roches dures pourraient subir sans fractures une déformation mécanique, par suite de la plasticité à laquelle les réduirait une très forte pression. L'étude microscopique des calcaires alpins, montre qu'ils sont extrêmement fissurés, ce qui suffit pour expliquer la possibilité du contournement des couches. Cette théorie est d'ailleurs difficilement admissible pour des roches formées de fragments hétérogènes tels que de petits cristaux ou des

[1] Lommel, Étude de la question de chaleur souterraine et de son influence sur les projets et systèmes d'exécution du grand tunnel du Simplon, 1880. — Extr. *Archives*, 1880, IV, 364.

[2] Stapff, Études de l'influence de la chaleur de l'intérieur de la terre sur la possibilité de construction des tunnels dans les hautes montagnes. *Rev. univers. des Mines*, 1879-1880. — Wärmezunahme nach dem Inneren von Hochgebirgen. Bonn, 1880. — *Archives*, 1880, IV, 367.

[3] Geognostische Mittheilungen aus den Alpen, VII.....

particules variées, unies par un ciment. M. Gümbel a examiné à ce point de vue les calcaires noirs de Varenna dans le Tyrol, roches très dures, qui ont été soumises à des plissements extraordinaires. Ils sont remplis de fissures, ordinairement visibles à l'œil nu, qui ont été injectées d'un dépôt blanc de carbonate de chaux; ces fissures se voient spécialement dans les contournements et ont une disposition rayonnante, mais l'étude microscopique montre qu'elles se trouvent partout; elles sont si nombreuses que, malgré leur faible diamètre, elles suffisent parfaitement pour expliquer les plissements. La grande dolomie entre Introbio et Lecco, le flysch dont les contournements sont souvent si aigus, donnent lieu aux mêmes observations. L'auteur a compté plus de 1000 fragments sur un centimètre carré de cette dernière roche, et les fissures qui les forment sont invisibles à l'œil nu. Des observations faites sur les schistes du lias, les calcaires à Aptychus, des roches oligocènes, des houilles et des roches très variées, étrangères aux Alpes, ont conduit aux mêmes résultats et montrent que ce morcellement à l'infini est un phénomène général, développé en proportion de la dureté des roches et de la grandeur des contournements. Ces considérations sont relatives aux déformations des terrains déjà solidifiés. Celles des fossiles se sont faites souvent sur des moules encore tendres et l'on voit fréquemment des moules déformés dans les mêmes bancs où des exemplaires pourvus de leur test sont restés intacts.

Des expériences faites par M. Gümbel avec les appareils de M. Bauschinger sur des minéraux qu'il soumettait à des pressions de 22,000 atmosphères, lui ont prouvé que, sous cette pression, ces minéraux se brisaient indéfiniment, mais qu'ils n'acquéraient aucune plasticité.

Cet auteur conclut que la théorie de M. Heim n'est pas nécessaire pour expliquer même les plissements les plus extraordinaires et qu'elle ne s'accorde ni avec l'observation des faits, ni avec l'expérience.

M. Heim [1] a discuté les objections que lui a faites M. Stapff dans son mémoire sur la mécanique des plissements des couches. (Rev. pour 1879, 93.) Il cherche à prouver que la théorie de la déformation plastique des roches sans fractures correspond beaucoup mieux aux faits observés que les autres théories. Ce phénomène, subi sous une pression qui surpasse la cohésion de la roche n'est pas autre chose que le plus haut point de trituration intérieure, non pas seulement en fragments, mais peut-être en molécules; il se distingue de la désagrégation ordinaire en ce que la cohésion est vaincue sans être complétement détruite, parce que les molécules sont restées dans leurs sphères d'attraction. Il n'est pas étonnant qu'on ne puisse l'observer dans les mines ou les tunnels, puisque les roches que l'on y rencontre n'ont pas été soumises de toutes parts à cette pression et que c'est la condition indispensable de ce phénomène.

M. Stapff [2] a répondu aux critiques que M. Heim lui a adressées en les discutant l'une après l'autre. En terminant il déclare de nouveau ne pas admettre l'existence de la plasticité latente des corps; on ne peut reconnaître nulle part la preuve de son existence; elle est donc une simple hypothèse qui ne s'accorde pas avec les lois connues de la physique et cet auteur n'admet en aucune

[1] A. Heim, Zum « Mechanismus der Gebirgsbildung. » *Zeitschr. d. d. geol. Ges.*, 1880, XXXII, 262.

[2] Stapff, Zur Mechanik der Schichtenfaltungen. Eine Antikritik, 1880. — *Neu. Jahrb.*, 1881, 164.

manière la nécessité de son intervention pour expliquer les phénomènes géologiques.

D'après les recherches de M. W. Spring[1], les corps solides soumis à une très forte pression ont la propriété de se souder. Cette propriété est une fonction de la dureté, les corps mous se soudant le plus facilement; mais elle dépend encore d'un autre élément. Les corps cristallisés la possèdent sans aucune exception, et même lorsque la poudre d'un corps accidentellement amorphe est comprimée, on retire du compresseur un corps à cassure cristalline, la cristallisation s'étant opérée sous l'influence de la pression. L'état amorphe des corps solides n'empêche donc pas toujours leur liaison quoique leur état cristallin soit une condition favorable. Les appareils employés permettent d'obtenir des pressions jusqu'à 20,000 atmosphères et les expériences ont été faites sur 83 corps appartenant à des métaux, des métalloïdes, des oxydes, des sulfures, des sels, des corps carbonés et des corps divers. Sans nous étendre sur les résultats de ces recherches, nous remarquerons seulement l'importance qu'elles ont dans les diverses théories relatives aux transformations subies par les roches. Les recherches sur la compression de la houille et de la tourbe ont à cet égard un intérêt particulier. « De la poudre fine de houille, grasse ou maigre, se soude sous une pression de 6000 atmosphères en un bloc solide, brillant, et qui, sous cette pression, se moule avec la plus grande facilité. Ainsi, la houille, si cassante dans les conditions ordinaires, devient plastique sous une pression suffisante; ceci peut servir à com-

[1] W. Spring, Recherches sur la propriété que possèdent les corps de se souder sous l'action de la pression. *Bull. Acad. roy. de Belgique*, 1880, XLIX; *Archives*, 1878, t. LXIV, p. 358.

prendre comment les plis des terrains anciens ont pu se faire. » A la même pression, de la tourbe brunâtre, contenant beaucoup de matières de texture organisée, se change en un bloc noir brillant, dur, ayant tout l'aspect physique de la houille et la cassure des bords présente même, au microscope, l'allure feuilletée de ce minéral; la texture organisée a complétement disparu; sous cette pression la tourbe est plastique. Des morceaux de ces blocs, chauffés en vases clos, produisent un coke gris, identique à celui de la houille. Ainsi la formation de cette matière a été probablement le résultat du changement des substances végétales en tourbe par la fermentation sous l'eau, puis du changement de la tourbe en houille sous l'influence de la pression.

M. Fremy [1] a démontré que les principaux corps contenus dans les cellules des végétaux, soumis à la double influence d'une température de 200° à 300° et de la pression, produisent des substances qui ont une grande analogie avec la houille, mais les expériences de M. Spring que nous venons d'indiquer ont prouvé que l'élévation de la température n'est pas même nécessaire pour arriver à la production de cette substance.

M. Jannetaz [2] a résumé ses observations sur les rapports de la propagation de la chaleur dans les roches et de leur structure au point de vue de leur origine, sujet sur lequel il a déjà fait de nombreuses publications. Ses premières recherches sur les cristaux lui ont prouvé que la chaleur se propage mieux dans le plan d'un clivage

[1] Fremy, *Comptes rendus de l'Acad.*, 1879, 1048.

[2] Jannetaz, Rapport de la propagation de la chaleur dans les roches et de leur structure au point de vue de leur origine. *Comptes rendus du Congr. internat. de géol. de 1878*, 1880, 222.

facile que dans la direction normale, et que la direction de plus faible propagation de la chaleur est parallèle à celle de plus faible cohésion. Dans les corps cristallisés la texture est inerte vis-à-vis de la propagation de la chaleur, la structure au contraire détermine des variations dans ce phénomène.

Parmi les roches cristallines, dans les granits à grain fin, la propagation de la chaleur est la même dans toutes les directions et la courbe tracée par la fusion de la cire autour du point d'échauffement est circulaire ; il en est de même pour les roches terreuses. Dans les schistes cette courbe est au contraire plus ou moins ellipsoïde et l'ellipse est produite sur un plan perpendiculaire à la schistosité. L'auteur a dressé une liste de roches très diverses, dans laquelle il indique les rapports des axes de l'ellipse isothermique ; les roches alpines sont entrées pour une bonne part dans ses observations. C'est ainsi que, parmi les roches sédimentaires schisteuses, ce rapport est de 1,8 pour le schiste houiller noir du col de Voza et pour les schistes rouges et verts de Salvan, de 1,5 pour les schistes du trias des bains de Saint-Gervais, de 1,062 pour le calcaire jurassique noir de la vallée de Chamonix près des Houches ; les roches cristallines schisteuses présentent des rapports analogues : 1,5 pour le gneiss du Saint-Gothard, 1,12 pour le gneiss blanc du Brevent, 1,14 pour la protogine schisteuse des environs de Chamonix.

Toutes les fois que la cohésion d'un corps diminue dans une direction, la chaleur s'y propage aussi moins facilement. Les expériences de M. Jannetaz prouvent que la schistosité des roches n'est point due à un retrait produit par la dessiccation ; car, dans les matières qui ont

subi ce retrait, les directions perpendiculaires aux fentes conduisent mieux la chaleur que les directions parallèles, et la schistosité agit en sens contraire. Lorsque les minéraux se groupent en masses, ils s'accolent en général suivant leurs directions de plus grande conductibilité thermique et de plus grande élasticité; de plus, lorsque les cristaux sont comprimés, leur conductibilité thermique peut devenir plus grande perpendiculairement à la pression qu'ils ont reçue. Ces observations confirment donc d'une autre manière les diverses expériences faites depuis quelques années et qui ont prouvé que la schistosité est due à la pression. Elles prouvent les variations dans la conductibilité calorifique de beaucoup de roches d'une direction à l'autre et contribuent aussi à expliquer les variations obtenues dans les mesures de l'accroissement de température dans la profondeur du globe.

Soulèvement. Failles. Le grand renversement des terrains secondaires qu'on observe sur la rive gauche du lac de Come, au sud de Lecco, fournit à M. Gumbel[1] un argument contre la théorie qui attribue le soulèvement des Alpes à une pression unilatérale. La structure en éventail du Saint-Gothard paraît aussi prouver que la cause du soulèvement des Alpes a agi au centre de la chaîne par suite d'une contraction de parties profondes de l'écorce du globe, de sorte que les parties centrales auraient subi le plus grand soulèvement et auraient refoulé les parties latérales.

M. Heim[2] a combattu les idées exprimées par M. Pfaff (Rev. pour 1879, 114), sur le soulèvement

[1] Geognost. Mittheil., VII.....
[2] Zum « Mechanismus der Gebirgsbildung. »....

des montagnes. Il maintient que la théorie qui attribue leur formation à la pression horizontale causée par la contraction de l'écorce du globe donne l'explication la plus favorable d'un grand nombre de faits et il constate que de nombreuses expériences de laboratoire sont venues la confirmer depuis quelques années. L'hypothèse que M. Pfaff cherche à lui substituer n'explique en réalité que des faits locaux et sans relations avec les systèmes de montagnes.

La discussion s'est continuée par une réponse de M Pfaff[1] que nous nous bornons à indiquer ici, cette polémique sortant du cadre naturel de ce travail. Nous sommes de l'avis de M. Heim, lorsqu'il dit que les théories doivent être basées en géologie sur l'observation directe et que, pour les établir, on ne peut se borner à des déductions mathématiques dont les bases sont pour le moins extrêmement douteuses.

M. Baltzer[2] a répondu aux objections faites par M. Pfaff (Rev. pour 1879, 114) à la coupe qu'il a donnée du Glärnisch et à l'explication qu'il en a proposée. Les plis des terrains crétacés ne sont pas, comme le croit le géologue allemand, indépendants de ceux des terrains jurassiques, mais ils sont plus prononcés que ces derniers par le fait que les terrains sont plus superficiels. Il est nécessaire d'attribuer à des plis les réapparitions des mêmes terrains sur le flanc de la montagne et l'on ne peut admettre en aucune manière l'idée qu'elles seraient dues

[1] Pfaff, Einige Bemerkungen zu Herrn Heim's Aufsatz « Zum Mechanismus der Gebirgsbildung. » *Zeitschr. d. d. geol. Ges.*, 1880, XXXII, 542.

[2] Baltzer, Ueber den Mechanismus der Gebirgsbildung. *Zeitschr. d. d. geol. Ges.*, 1880, XXXII, 192.

à une récurrence de faunes ou à des colonies. D'ailleurs ces plis multiples et déjetés ont souvent été constatés sur place. Il est également impossible d'accepter l'opinion de M. Pfaff qui rapporte la formation de ces plis à des affaissements dus à des érosions internes. Les observations faites sur le terrain conduisent nécessairement à admettre la plasticité des roches.

M. Lory [1] a développé sa théorie sur les failles, auxquelles il attribue une grande importance dans les Alpes. Les dislocations qui ont soulevé les schistes cristallins dans la zone du Mont-Blanc qui s'étend des Alpes bernoises aux Alpes maritimes, sont postérieures à l'époque du dépôt du terrain houiller qui est resté concordant avec eux, et antérieures à l'époque triasique. De là vient que des lambeaux de terrains secondaires sont déposés horizontalement sur les têtes de couches redressées des schistes cristallins (Aiguilles Rouges, Oisans). D'autres mouvements ont eu lieu postérieurement au dépôt des terrains secondaires. Ils ont produit des failles dans les roches cristallines qui en forment la base et ils ont occasionné, dans ces terrains même, qui les recouvraient comme une enveloppe flexible, une série de plis ou des glissements sur les pentes, de sorte qu'il n'en est plus resté sur les crêtes que de rares témoins. La direction de ces mouvements a été dans les Alpes maritimes SSO., dans le Dauphiné NS., puis NNE., dans le voisinage du Mont-Blanc NE., et dans les Alpes bernoises, elle s'infléchit encore davantage vers l'Est. La même direction se retrouve dans les chaînes subalpines dans lesquelles on reconnaît aussi la présence de failles et de glissements. Les plissements

[1] Lory, Observations sur la structure des Alpes. *Comptes rendus du Congr. intern. de géol. de 1878*, 1880, p. 39.

analogues à ceux du Jura sont, suivant M. Lory, beaucoup moins importants dans les Alpes que les failles qu'on peut suivre parfois sur 30 à 40 lieues de longueur.

Les glissements dus à la pesanteur même des masses stratifiées, sont le résultat des failles ; celles-ci ont déterminé des plis dans l'enveloppe qui recouvre les terrains primaires et ces plis, plus ou moins accentués suivant la flexibilité des terrains, sont venus s'accumuler les uns à côté des autres.

Érosion. M. Kollbrunner [1] a publié la première partie d'un mémoire sur la formation des vallées et des systèmes des cours d'eaux. Les géologues ont à cet égard deux théories, dont l'une attribue les vallées à des lignes de dislocation qui furent utilisées et modifiées par les eaux, et l'autre, à l'érosion seule, théories qui ont été diversement combinées entre elles. L'épaisseur énorme des terrains détritiques tertiaires et quaternaires prouve la grandeur des érosions, et la nature des roches (nagelfluh, etc.) permet de reconstituer en partie l'ancien réseau hydrographique de notre pays. Un fleuve coulait anciennement des Vosges jusque dans les environs de Soleure, le Rhin suivait une direction très différente de sa direction actuelle, etc. Les glaciers ont modifié la marche des cours d'eaux par l'accumulation des terrains erratiques; ils ont motivé aussi sur certaines places de profondes érosions en maintenant des courants en dehors de leurs bassins naturels ; ailleurs ils ont protégé des vallées contre l'érosion. Les lacs ont subi d'importantes modifications. Tous ces changements sur lesquels l'histoire géologique

[1] Kollbrunner, Zur Morphologie der Thalbildungen und Flusssysteme. *Progr. der Thurgau. Kantonschule für* 1876-1877.

des temps quaternaires et tertiaires nous fournit de nombreux documents, prouvent que les bassins hydrologiques ne se sont pas formés tout d'un coup, mais qu'ils ont été lentement façonnés par l'érosion qui marche dans les vallées d'aval en amont. Les recherches géologiques dans les Alpes ont montré les immenses dénudations dont cette chaîne a été l'objet et qui lui ont donné son aspect actuel.

Parmi les phénomènes géologiques observés dans le massif du Gothard, M. STAPFF [1] attire spécialement l'attention sur des surfaces horizontales qui se remarquent à divers niveaux et qui ont la forme de terrasses. Il les attribue à d'anciens rivages de la mer; un des plus nets de ces cordons littoraux est situé sur les deux flancs de la montagne, à environ 2370 mètres; il en a reconnu d'autres à 2100 mètres et plusieurs autres qui sont moins élevés et dont les niveaux ne concordent pas entièrement sur les deux versants; ce qui provient probablement d'inégalités dans le soulèvement. L'action des glaciers et des torrents a dû aussi contribuer à modifier le relief de la montagne, mais M. Stapff ne croit pas pouvoir se rattacher à la théorie de M. Rutimeyer et de M. Heim, qui attribue à l'érosion par les eaux courantes la formation des vallées, et c'est à l'action de la mer qu'il rapporte une partie importante de ce phénomène.

M. BODMER [2] a repris, pour l'appliquer à la Suisse entière, l'hypothèse de M. A. Heim sur la formation des vallées par l'érosion, hypothèse qui s'appuie surtout sur la présence de terrasses longitudinales, étagées à des hauteurs très diverses sur les flancs des bassins. Nous

[1] Geologisches Profil.....

[2] A. Bodmer, Terrassen und Thalstufen der Schweiz. Ein Beitrag zur Erklærung der Thalbildung. *Inaug. Dissert.*, Zurich, 1880.

avons déjà indiqué le résultat des observations de M. Heim sur ce sujet dans le bassin de la Reuss. M. Bodmer a poursuivi les mêmes recherches dans ceux de la Linth, de l'Aar, du Rhône, du Rhin, du Tessin et de l'Inn et, hors des Alpes, dans la plaine suisse; il a utilisé pour cela la carte fédérale à 1 : 50000, dont les courbes de niveau donnent un relief très exact et indiquent nettement ces terrasses. Un grand nombre de profils longitudinaux et transversaux des divers bassins ont été établis au moyen de ces cartes et servent de base aux démonstrations de l'auteur. Des tableaux indiquent les hauteurs des terrasses dans chacun d'eux, les distances verticales qui les séparent et l'inclinaison que devait avoir le fond de la vallée à chaque niveau successif. Ces recherches amènent M. Bodmer à des conclusions que je résume ici brièvement : A part les vallées longitudinales tracées dans des combes, toutes les vallées dans les Alpes suisses et dans la plaine sont des vallées d'érosion formées 1° par l'érosion des cours d'eau, 2° par la désagrégation des roches. Ces deux agents ont opéré aussi dans la partie inférieure des premières. Les systèmes de terrasses se trouvent dans toutes les vallées. La variété des roches et de leur disposition géologique n'a influé que très peu sur leur disposition. Les alternances de creusement et d'élargissement plusieurs fois répétées sont dues à des modifications périodiques de la pente des eaux causées par des soulèvements du sol. Aussi des bassins voisins, soumis à des actions identiques, ceux de la Linth, de la Reuss et de l'Aar, par exemple, ont-ils à peu près les mêmes systèmes de terrasses. Le soulèvement des Alpes a duré jusqu'à la formation des fonds de vallées les plus récents, puis est survenu un soulèvement

de la plaine qui paraît avoir été suivi d'un nouvel affaissement, car les rivières ont de nouveau creusé leurs lits, l'Aar jusqu'à Brugg, la Reuss jusqu'à Bremgarten, la Limmat jusqu'à Baden et le Rhin jusqu'à Schaffhouse. Ainsi les terrasses sont les restes d'anciens fonds de vallées; elles indiquent des moments de repos dans le soulèvement des montagnes, tandis que les talus qui les séparent correspondent à des époques d'exhaussement plus rapide. Chaque système de terrasses longitudinales a sa pente normale et s'observe dans la vallée principale et dans les vallées latérales. L'érosion a souvent amené des modifications dans la distribution des cours d'eaux par l'empiétement d'une vallée sur l'autre; mais on retrouve toujours les traces de l'ancienne direction des eaux. Les vallées actuelles sont donc uniquement le résultat de l'érosion.

Les naturalistes qui parcourent la Haute-Engadine sont frappés de la voir se terminer brusquement au col de la Maloja, sans pouvoir reconnaître sur le terrain la partie supérieure de cette large vallée qui devait renfermer les sources de l'Inn. M. A. Heim[1] a cru reconnaître que cette singulière structure est due aux empiétements successifs du val Bregaglia. La Haute-Maira et l'Albigna, qui se recourbent aujourd'hui si brusquement au SO. pour se jeter dans la Maira, étaient les vraies sources de l'Inn. La Maira, dont la pente est plus rapide que celle de cette rivière, ayant causé des érosions beaucoup plus grandes, entama les vallées de ces deux cours d'eau, et les détourna à son profit.

[1] A. Heim, Die Seen der Oberengadin. *Jahrb. S. A. C.*, 1880, 429.

Les eaux ne parcourant plus la vallée de l'Inn, les torrents latéraux purent y accumuler, sans rencontrer d'obstacles, leurs cônes de déjection qui barrèrent la vallée en plusieurs points et furent l'origine des lacs qui font le charme de cette contrée.

Cailloux impressionnés. M. Rothpletz[1] a poursuivi ses recherches sur les impressions des cailloux (Rev. pour 1879, 121). Il signale plusieurs observations précises faites sur ce phénomène dans des terrains d'âges très divers: dévonien, carbonifère, grès bigarré, nagelfluh tertiaire et quaternaire. Il figure entre autres la section de deux cailloux contigus vus au microscope et qui montre leur pénétration intime.

Tremblements de terre. L'explication du soulèvement des montagnes par les roches éruptives est aujourd'hui abandonnée, et l'on a reconnu que ce mouvement a dû être si lent que, s'il avait vécu des hommes dans les périodes géologiques anciennes, ils s'en seraient à peine aperçu. L'observation directe ne peut donc nous faire connaître si les soulèvements de montagnes continuent encore ou s'ils ont cessé de se produire; mais M. Heim[2] en voit la démonstration dans les tremblements de terre. Les contractions qui ont lieu dans les parties profondes de l'écorce du globe et qui ont été l'origine des chaînes de montagnes produisent dans ces parties profondes, soumises à de fortes pressions, des ondulations et se traduisent à la surface par des secousses ou des cassures d'importance variable. Il fournit plu-

[1] Rothpletz, Ueber Gerölle mit Eindrücken. *Zeitsch. d. d. geol. Ges.*, 1880, XXXII, 189.

[2] A. Heim, Das Verhältniss der Erdbeben zu den Gebirgen. *Jahrb. S. A. C.*, 1880.

sieurs preuves de ce fait : les tremblements de terre ont lieu dans les contrées montagneuses, soit parallèlement à la direction des chaînes ou aux plissements longitudinaux, soit suivant des lignes de fractures qui leur sont perpendiculaires. Leur centre se déplace souvent dans la direction de ces lignes ; ils sont plus fréquents dans les contrées récemment soulevées (Sicile, Espagne, Alpes, Andes), très rares dans celles qui sont depuis longtemps en repos (Russie) ; ils amènent des dislocations de l'écorce du globe et des modifications dans son relief et ont souvent produit de grands mouvements des eaux de la mer.

Ainsi, à part les cas où les tremblements de terre sont le résultat d'un volcan ou d'un effondrement intérieur, ils sont la preuve que l'écorce du globe continue à se contracter et à se rider et que ce phénomène, qui a produit les grandes chaînes des montagnes, n'est pas encore arrivé à son terme.

M. Forel[1] a fait à la *Société helvétique des Sciences naturelles* un rapport sur les travaux de la commission des tremblements de terre en Suisse, et il a donné une liste des quatorze secousses observées de novembre 1879 à septembre 1880, dont quatre ont eu une importance plus grande. Les *Archives* en ont déjà publié la liste.

Nous la complétons par les indications suivantes :

1880	8 septembre.	8 h. 10 mat.	Zermatt.
—	id.	11 h. — mat.	Zermatt.
—	19 septembre.	11 h. 5 mat.	Fribourg, Berne.
—	20 septembre.	7 h. 55 soir.	Neuchâtel.
—	21 septembre.	6 h. — mat.	Liestal.
—	id.	7 h. 50 soir.	Fribourg, Berne, Morat, Neuchâtel.

[1] Forel, *Archives des Sc. phys. et nat.*, 1880, IV, 396.

1880	22 septembre.	1 h. 15 mat.	Fribourg.
—	id.	3 h. ? mat.	Fribourg.
—	id.	5 h. ? soir	Fribourg.
—	10 octobre....	8 h. 27 mat.	Vallée de Viège, Randa (Valais) (aussi indiqué à 7 h. 45; peut-être y en a-t-il eu deux).
1881	27 janvier....	2 h. 20 soir.	Berne, Zurich, Bâle, Neuchâtel, Genève.
—	1 février....	9 h. 25 soir.	Berne.

M. Forel[1] a donné des renseignements plus détaillés sur les secousses des 4 et 5 décembre 1879. Il en résulte que deux secousses ont été bien constatées à Genève le 4 décembre, à 5 h. 40 du soir, et à Bâle le 5 décembre, à 2 h. 32 du soir; trois autres paraissent avoir eu lieu dans ces jours, mais elles sont plus douteuses.

M. de Tribolet[2] a donné quelques indications sur le tremblement de terre du 30 décembre 1879. Nous ajouterons à ce que nous avons déjà dit (Rev. pour 1879, 117) que les secousses principales qui ont eu lieu vers midi et demi ont été aussi fortement ressenties dans le Bas-Valais, et que la direction paraît avoir été SE.-NO., d'après la majorité des indications. Une secousse qui a eu lieu le soir vers 8 h. 15 a été observée à Morges, Bex et Aigle. D'après l'indication de M. Forel[3], le centre de cette secousse paraît avoir été aux environs de Thonon, en Savoie.

M. de Tribolet[4] a décrit le tremblement de terre du

[1] Forel, *Bull. soc. vaud.*, 1880, XVI, 696.

[2] M. de Tribolet, Tremblement de terre. *Rev. scient. suisse*, 1880, 38.

[3] Forel, *Bull. soc. vaud.*, 1880, XVI, 700.

[4] M. de Tribolet, Tremblement de terre du 4 juillet. *Rev. scient. suisse*, 1880, 172.

4 juillet 1880, principale manifestation d'une période de mouvements qui a duré du 28 juin au 9 juillet et qui rappelle par le nombre des secousses celles du 25 juillet au 25 octobre 1855 et du 2 avril au 16 mai 1876. Trois séries d'oscillations ont eu lieu le 4 juillet; la première a été ressentie surtout à Lucerne à 2 heures et demie du matin; la seconde a eu lieu vers 9 heures 15 minutes du matin, a affecté toute la Suisse, à l'exception de la partie NO., la Savoie et le nord de l'Italie jusqu'à Milan. Elle a été ressentie sur une longueur de 314 kilomètres, d'Annecy à Saint-Gall, et sur une largeur de 145 kilomètres, entre la Chaux-de-Fonds et Zermatt, de 240, de Soleure à Milan, et de 175, de Schaffhouse à Pontresina. On n'a constaté généralement qu'une seule oscillation; la direction paraît avoir été SSO.-NNE. La troisième a été ressentie dans toute la Suisse à 8 heures 30 minutes du soir. Les autres secousses de cette période sont les suivantes :

28 juin....	3 h. — mat.	Genève, Savoie.
3 juillet..	9 h. 30 soir.	Aigle.
4 id. ..	4 h. 55 mat.	Saint-Prex.
4 id. ..	1 h. 50 soir.	Louëche-les-Bains.
4 id. ..	9 h. 30 soir.	Bex.
5 id. ..	11 h. 50 mat.	Louëche-les-Bains.
9 id. ..	11 h. 30 soir.	Locle.

II. Terrains.

Terrains primaires.

M. Rothpletz[1] a décrit le gneiss du Bifertengrätli dans le massif du Tödi. Il reconnaît dans cette roche deux sortes d'éléments, les éléments primaires, parallèles à la stratification (la plagioclase, le quartz et le mica moscovite qui est moins abondant) et les secondaires, disséminés sans liaison avec elle et provenant du métamorphisme; ils sont plus finement cristallisés que les premiers et se composent de mica, de quartz, de spath calcaire et d'une sorte de kaolin. Le mica en particules fines est de la séricite. Ce minéral, qui forme des aggrégats semblables à du feutre, à éclat soyeux, se trouve dans le gneiss, le terrain houiller et le verrucano; il est disséminé dans la masse et surtout dans les interstices résultant de la schistosité, preuve qu'il est bien de formation secondaire; il pénètre jusque dans les cristaux primaires de quartz.

Outre la stratification, on observe dans le gneiss une schistosité qui en est indépendante. La première est visible quand les bancs sont formés de roches de couleurs ou d'éléments variés; mais lorsqu'ils sont de même nature, elle s'efface devant la schistosité marquée par les zones secondaires de séricite. La pression exercée par le poids des masses et celle qui a causé le soulèvement ont agi pen-

[1] Die Steinkohlen-Formation.....

dant un temps très long et ont produit dans les éléments mêmes de la roche une multitude de fissures visibles seulement au microscope et qui sont la cause de la schistosité; on en reconnaît 4 à 8 dans des cristaux de quartz ou de feldspath de 1^{mm} de diamètre; elles expliquent la possibilité du contournement des roches qui a été attribuée à leur plasticité sous haute pression.

Contact du gneiss et des calcaires. La Commission géologique a publié un mémoire de M. BALTZER [1] sur la zone de contact du gneiss et des terrains sédimentaires dans les Alpes bernoises. Cet ouvrage présente une étude complète de ce sujet qui sera accueillie avec d'autant plus de faveur que de nombreuses coupes, des panoramas et une carte à 1 : 50,000 permettent au lecteur de suivre jusque dans les détails les descriptions et d'apprécier lui-même les phénomènes si bizarres de cette région. L'auteur nous prévient d'abord qu'ils n'ont aucun rapport avec ceux qu'on observe au contact des roches éruptives. Il s'agit ici du contact de formations d'origine sédimentaire auquel des phénomènes mécaniques et tectoniques ont donné une nature extraordinaire. Jusqu'ici quelques points (Jungfrau, Mettenberg, Gstellihorn, etc.) avaient seuls attiré spécialement l'attention des géologues. M. Baltzer a fait l'étude détaillée de cette zone qui forme, sur une longueur de 63 kilomètres, de Lauterbrunnen à la vallée de la Reuss, la limite nord du massif du Finsteraarhorn. Voici quelques indications sur les terrains de cette région :

1. La roche la plus ancienne est le gneiss, dont un des éléments

[1] Baltzer, Der mechanische Contact von Gneiss und Kalk im Berner-Oberland. *Beitr. zur geolog. Karte der Schweiz*, 1880, XX (Atlas de 13 pl. et 1 carte).

caractéristiques est une matière verdâtre formée de mica et surtout de divers minéraux plus ou moins décomposés; il renferme des cristaux de plagioclase. La plus grande partie de cette roche est un gneiss gris contenant environ 65 % de silice, mais elle présente diverses variétés; près de la ligne de contact, elle est souvent déformée; les lamelles de mica y sont courbées, le quartz écrasé, et la stratification disparaît. On remarque souvent dans le gneiss la stratification, une schistosité résultant de la pression et une fausse stratification produite par le minéral verdâtre.

2. Schistes de Casanna (phyllades quartzifères, schistes à helvétan [1], micaschistes, quartzites). Ils sont identiques au verrucano, mais ils reposent sur le gneiss et sont concordants avec lui, tandis que celui-ci est discordant.

3. Schistes à anthracite, équivalents du terrain houiller, visibles seulement au Wendenpässli.

4. Grès (arkose).

5. Verrucano, très distinct du gneiss, avec lequel il est en discordance; analogue à la sernifite du canton de Glaris; conglomérat associé à des schistes de diverses natures; on y remarque parfois une schistosité transversale due à la pression.

6. Dolomie de Röthi.

7. Schistes de Quarten.

8. Schistes gris (lias?).

9. Terrain jurassique, dont je donnerai plus loin les subdivisions et dans la partie supérieure duquel se trouvent des bancs de marbre bigarré et de marbre blanc. Le premier a fréquemment l'aspect de brèche et passe à un calcaire schisteux; le gisement le plus connu est situé au pied du glacier inférieur de Grindelwald [2]; mais il se voit tout le long du bord septentrional du massif du Finsteraarhorn, surtout dans les affleurements opposés à la zone de gneiss; on le trouve aussi, quoique moins développé, dans le voisinage de cette roche; le marbre blanc plus ou moins finement cristallisé est fréquemment en contact avec le gneiss; il y a un passage insensible de ce marbre au Hochgebirgskalk, dont il provient par métamorphisme. M. Baltzer (Rev. pour 1877, 177) explique sa forma-

[1] L'helvétan de Simmler n'est pas, d'après M. Baltzer, un minéral particulier, mais une matière provenant de la décomposition de divers minéraux.

[2] Il était exploité en 1760; recouvert en 1762 (ou entre 1770 et 1779) par le glacier, il n'a reparu qu'en 1865 par suite du retrait de la glace.

tion par l'action d'une pression continue, résultant des forces de soulèvement et du poids des masses superposées, combinée avec la chaleur provenant de la friction. Les points où les marbres sont le plus développés sont ceux où ces causes ont agi avec le plus d'énergie; cependant il y a, ici comme ailleurs, des marbres qui ont une autre origine.

10. Terrain éocène.

11. Terrains quaternaires.

L'auteur entre ensuite dans la description spéciale de la zone de contact : la Jungfrau, le Mönch, le Mettenberg, le Wetterhorn, le Gstellihorn, le Laubstock et le Pfaffenkopf, et beaucoup d'autres montagnes ont été étudiés de la manière la plus précise. La singulière structure de cette zone provient de plissements subis conjointement par le gneiss et les calcaires superposés. Ces plis ayant été déjetés, il en résulte que des calcaires pénètrent profondément dans le gneiss sous la forme de coins et que des masses considérables de cette roche recouvrent les terrains stratifiés (Wetterhorn, Mönch, Jungfrau). Parfois le pli est simple, au Mettenberg, au Mönch, où il a la forme d'un C; ailleurs, au Wetterhorn, il prend celle d'un S; il est recouvert de gneiss, auquel vient quelquefois se superposer un second pli (Jungfrau); souvent les plis sont multiples, alors le gneiss et le calcaire se pénètrent plusieurs fois (Gstellihorn); le plus bel exemple de gneiss intercalé dans le calcaire se voit à l'Urbachsattel. Ces coins ont une épaisseur qui est souvent de plusieurs centaines de mètres; la longueur en est variable; elle atteint 3 kilomètres à la Jungfrau et fréquemment 1800 à 2000^{m} sur les autres points. Ils sont réguliers, horizontaux et dus à une pression latérale qui a agi très lentement. Ils étaient primitivement en relation les uns avec les autres, mais ils ont été découpés par l'érosion; plu-

sieurs plis de calcaires sont entièrement détachés et forment des îlots au milieu du gneiss; tels sont ceux de Laubstock et du Pfaffenkopf, et celui de Mayenthal, formé de couches jurassiques fossilifères à 5 kilomètres de la zone secondaire. Les gneiss du sommet du Mönch, du Gstellihorn, etc., sont isolés par la même cause du reste du massif. Ailleurs, des déchirures se sont produites lors du soulèvement et c'est à cette cause que l'on peut attribuer les fragments de gneiss intercalés dans les calcaires ou l'inverse.

Les formations intermédiaires entre le gneiss et le calcaire sont presque partout régulièrement développées et ont été soumises aux mêmes contournements que ces terrains. Le gneiss plonge d'environ 40 à 60° au SE. et il est en discordance avec le calcaire qui plonge vers le N. ou le NO. M. Baltzer est ici en contradiction avec M. Heim, qui a cru avoir observé aux points de contact le parallélisme de la stratification, le gneiss modifiant son allure pour s'adapter au calcaire. Il ne l'a reconnu que d'une manière locale et n'admet pas qu'on puisse en tirer aucune conclusion générale. Le calcaire s'adapte au contraire fréquemment au gneiss et prend avec lui un parallélisme bien net. Du reste, la présence d'une schistosité transversale dans le gneiss augmente fréquemment l'effet de cette discordance aux yeux de l'observateur qui la confond avec la stratification. Elle a modifié la disposition des lamelles de mica, sur laquelle on ne peut plus se diriger pour reconnaître la stratification normale, et elle s'est souvent étendue aux calcaires mêmes.

Après l'exposé de ses observations, M. Baltzer examine es diverses théories émises sur la structure en éventail et l'origine de ces coins calcaires. Je ne reviendrai pas

sur ces questions souvent traitées dans cette Revue. Il explique ces phénomènes observés par la plasticité des roches, provenant de leur constitution et de la pression à laquelle elles sont soumises. Leurs contournements ont eu lieu à l'époque tertiaire lorsque les sédiments étaient solidifiés.

Sauf quelques lacunes, la mer a recouvert pendant une grande partie des temps géologiques les masses centrales; celle du Finsteraarhorn a été revêtue d'un dépôt continu de sédiments qui ont été plus tard enlevés par l'érosion, mais dont on trouve encore de nombreux restes (Pfaffenkopf, Laubstock). Ils reposent en discordance sur le terrain primitif, sauf dans quelques plis où la concordance est accidentelle. Les masses calcaires enveloppées dans le gneiss le long du versant nord de ce massif, sont les restes plus ou moins fragmentaires d'un grand pli déjeté, qui atteint son plus haut degré de complication dans le Gstellihorn. Ce pli se poursuit à l'Est de la Reuss et correspond à la partie méridionale du double pli des Alpes glaronnaises. Le massif du Finsteraarhorn présente une structure beaucoup plus simple sur le versant sud et toutes les couches y sont presque verticales; il a donc une structure unilatérale. Les failles ne jouent pour ainsi dire aucun rôle dans cette région. La discordance des roches massives et des sédiments est un des caractères importants de sa structure. L'auteur admet qu'elle peut se développer dans des terrains déposés en concordance et soumis ensemble à des plissements, et il appuie cette assertion de plusieurs exemples dont le plus connu est celui des terrains éocènes et secondaires dans le double pli des Alpes glaronnaises; cela dépend de la diversité des roches et des inégalités

de la pression. On peut aussi trouver l'explication de ce fait dans l'hypothèse de M. Lory, qu'il y a eu un premier soulèvement des gneiss avant l'époque houillère. La structure si compliquée de la zone de contact prouve que tous ces sédiments ont été plissés à l'état solide. Les actions mécaniques ont produit des phénomènes très divers, tels que les modifications du gneiss qui prend dans les plis la structure granitique et dont les éléments minéralogiques sont déformés ou écrasés; ailleurs le gneiss présente un clivage transversal; le calcaire est changé en marbre; des éléments épars ont constitué des brèches; des roches sont devenues schisteuses, d'autres ont été laminées, comme le prouve la déformation des fossiles qu'elles renferment; des fragments calcaires sont enfermés dans le gneiss ou l'inverse et certains plis aigus prennent, par suite de la pression, l'aspect de filons.

M. Baltzer se rattache à la théorie de MM. Lory et Favre relativement à la structure en éventail; mais l'explication de l'origine des coins calcaires, donnée par M. Lory (Rev. pour 1876, 139), ne s'adapte pas aux faits observés.

M. E. de Fellenberg[1] a poursuivi l'étude de la zone de contact des gneiss et des calcaires dans la partie S.-O. du massif du Finsteraarhorn que M. Baltzer n'a pas abordée et il a publié sur cette région des coupes remarquables, sans rattacher leur explication à aucune théorie. Ses observations commencent au S. de la Jungfrau, dans le Roththal et s'étendent par le Tellithal et le Lötschenpass à l'extrémité du massif. Il les a même poursuivies

[1] E. von Fellenberg, Die Kalkkeile am Nord- und Südrande des westlichen Theiles des Finsteraarhornmassives. *Mittheil. naturf. Ges. Bern*, 1881.

sur le versant sud, dans le Baltschiederthal et à la Schiltfurgge. Il a reconnu que ces phénomènes de contact existent aussi dans cette région et ne sont pas limités seulement au versant nord. Deux coupes de l'extrémité du massif, partant du Doldenhorn au-dessus de Gasteren et aboutissant, l'une à la vallée du Rhône à l'O. de Gampel, l'autre à Ferden dans le Lötschthal, confirment l'opinion de M. Baltzer en montrant que les sédiments ont dû recouvrir entièrement les roches cristallines. La disposition des terrains dans les coins est, du reste, très variée; il est rare que les sédiments s'y présentent en série complète et double quoiqu'il y en ait des exemples; le plus souvent un des côtés du pli a été déformé et une grande partie des terrains a disparu par suite de la pression; l'épaisseur des roches présente aussi les plus grandes variations. Plusieurs analyses de dolomie de Röthi, faites par M. R. de Fellenberg, ont été jointes à ce mémoire.

Terrains paléozoïques.

M. Baretti[1] a déjà donné beaucoup de renseignements géologiques sur la zone anthracifère des Alpes grecques. (Rev. pour 1879, 129). Il a repris ce sujet dans un travail récent où il la décrit spécialement dans le val d'Aoste. Cette formation repose sur les roches cristallines de la zone de la pierre verte et elle est recouverte en stratification discordante de lambeaux isolés de terrains secondaires, débris d'une immense formation presque entièrement enlevée. Le poudingue qui en forme la partie

[1] Baretti, I giacimenti antracitiferi di Valle d'Aosta. *Ann. del R. Istit. industr. e profess. di Torino*, 1880, VIII.

supérieure, a un aspect cristallin plus développé qu'en Suisse et en Savoie et passe à une véritable anagénite à grains de quartz roses, polyédriques, irréguliers, qui lui donnent, à première vue, l'aspect d'un granit. Sous le poudingue se trouvent des grès, puis des schistes dans lesquels se trouvent les gisements d'anthracite, surtout sur le bord NO. de la zone. L'auteur donne une coupe géologique et une carte du bassin de la Thuile qui renferme 32 affleurements d'anthracite et il décrit les principaux d'entre eux. Cette formation anthracifère embrasse une longueur de 7 à 8 kilomètres, une largeur de 350 à 400^{m} ; elle a une épaisseur de 150^{m} dans laquelle se trouvent 6 à 7 bancs d'anthracite ayant en moyenne 1^{m} de puissance. MM. Fino et B. Porro en ont analysé 27 échantillons qui présentent d'assez grandes différences de composition. Je donne ici les analyses des deux types extrêmes, desséchés à la température de 115° C. :

	A	B
Matières volatiles	5,90	4,80
Cendres	9,7	45,1
Soufre	0,11	0,21
Charbon	84,29	49,89
	100,00	100,00

La proportion de charbon, si différente dans ces deux échantillons, varie, dans la plupart des autres, entre 60 et 80 %. Le premier des types analysés dégage par la combustion 6,810 calories, le second seulement 4031. Le soufre est généralement en proportion très insignifiante.

M. Greppin [1] a publié quelques observations sur la

[1] Greppin, Observations géologiques, historiques et critiques. 5me sér., n° 4. Bâle, 1880.

géologie du Bas-Valais. Il rapporte en entier au terrain houiller le triangle de roches anciennes qui s'étend le long de la vallée du Rhône, de Saillon aux bains de Lavey et que M. Renevier a figuré sur sa carte comme schistes et grès métamorphiques et terrain carbonifère. Il en remarque la ressemblance avec la grauwacke des Vosges et il admet là la présence d'un gneiss sédimentaire superposé au terrain houiller proprement dit. Il signale aussi le fait que l'on a trouvé dans les gisements houillers de cette région, le *Calamites transitionis*, le *Sagenaria Veltheimiana*, le *Knorria imbricata* et d'autres plantes dont la présence indique généralement, suivant les observations de Kœchlin et Schimper dans les Vosges, des dépôts de charbon peu abondants et de mauvaise qualité.

M. Renevier [1] a recueilli dans le terrain houiller d'Arbignon (Bas-Valais) une aile d'insecte appartenant à une espèce différente de la *Blattina helvetica*, trouvée dans le même gisement et décrit par M. Heer.

La présence du terrain houiller et de la houille à la Sandalp, dans le massif du Tödi, a été reconnue déjà en 1807 par C. Escher, puis confirmée par plusieurs observateurs. M. Rothpletz [2] y a trouvé, au Bifertengrätli, un gisement important de plantes fossiles. Le terrain houiller, reposant sur le gneiss, est recouvert par le verrucano, la dolomie de Röthi et les terrains jurassiques. Il est formé de schistes argileux noirs, de grès et de conglomérats micacés; on y reconnaît des éléments primaires et des minéraux secondaires dont le principal est un mica séricite, à éclat argenté, qui a remplacé les éléments des végétaux houillers et qui a été analysé par M. de Marignac, puis

[1] Renevier, *Sess. de la Soc. helvét. Archives*, 1880, IV, 392.
[2] Die Steinkohlen-Formation....

par M. Terreil [1]. Ce minéral se distingue de la gumbélite par l'abondance des alcalis; il est de même nature que dans le gneiss et il revêt les fissures de la schistosité et les empreintes de plantes. Les grès quartzeux et feldspathiques sont parfois difficiles à distinguer du gneiss.

Ce terrain ne renferme pas de vrais bancs d'anthracite, mais on y trouve des troncs d'arbres et des amas charbonneux. La flore ressemble beaucoup à celle du Valais et des Alpes françaises et l'état de conservation des plantes est exactement le même; elle compte 21 espèces dont 10 ont été trouvées dans le permien et deux dans le carbonifère inférieur, mais qui appartiennent toutes au carbonifère moyen. On doit probablement la rapporter à la partie supérieure de ce dernier terrain (zone des fougères) développée dans la Savoie et le Dauphiné et dont elle renferme une des espèces caractéristiques, le *Cordaites palmæformis*, tandis qu'elle n'en contient aucune de la zone des Sigillaires.

Sur le terrain houiller reposent les roches du verrucano, dans lesquelles on retrouve le mica séricite comme élément secondaire. Elles prennent souvent aussi un aspect cristallin et il faut les examiner au microscope pour en reconnaître la nature clastique. Au Krämer, sur le flanc est du Tödi, elles reposent directement sur le gneiss, mais en stratification discordante, quoiqu'on y observe aussi la schistosité transversale de ce dernier. Une autre coupe, prise au Bifertengrätli, montre les couches du gneiss et du terrain houiller très contournées et concordantes, tandis que le verrucano repose transgressivement sur ces formations. M. Rothpletz n'est pas d'accord avec

[1] M. Gümbel en a donné plus récemment une analyse (*Rev. géol. pour 1879*, 107).

M. Heim, qui a cru reconnaître un passage graduel du gneiss au verrucano; bien que ces roches aient une grande ressemblance, elles sont d'origine toute différente. Il ne faut donc pas employer le nom de verrucano comme nom de roche, ce qui conduit à des confusions regrettables, mais seulement comme celui d'un terrain compris entre le terrain houiller et le muschelkalk; dans le massif du Tödi, il passe peu à peu à la dolomie de Röthi. Pour en fixer l'âge, l'auteur donne quatre coupes prises dans diverses parties des Alpes et dont la plus complète est celle des Alpes méridionales autrichiennes :

I. Grès bigarré (couches de Werfen).
II. *a.* Calcaire à Bellerophon, *b.* cargneule et dolomie, *c.* gypse et argile.
III. Grès de Grœden à Ullmannia Bronni, Geinitzii, Carpolithes Klockeanus, etc.
VI. Verrucano alternant avec porphyre quartzifère et tufs porphyriques : Walchia piniformis, etc. (Val Trompia).
V. Phyllade.

La combinaison de ces coupes montre que le verrucano, qui renferme en un point une vraie flore du *Rothliegende,* recouvre le terrain carbonifère; il est surmonté dans les Alpes orientales par un grès qui contient la flore du *Zechstein,* et, dans le reste des Alpes, par des dolomies et des gypses dont Buckland et Bakewell ont remarqué dès 1821 l'analogie avec ce dernier terrain.

Terrains mésozoïques.

M. P. de Loriol [1] a donné un intéressant résumé de

[1] P. de Loriol, Les Crinoïdes fossiles de la Suisse. *Assoc. franç. pour l'avanc. des sciences*, 1879.

sa monographie des Crinoïdes de la Suisse, dans lequel il signale les genres et quelques-unes des espèces les plus remarquables qu'il a décrites. Il retrace les caractères et l'histoire des principaux genres et compare le beau développement de cette classe dans les périodes anciennes avec la pauvreté de la faune actuelle, dans laquelle on n'a encore reconnu que 12 espèces, outre celles qui appartiennent aux Comatulidées. Nous avons déjà indiqué d'une manière générale (Rev. pour 1879, 130) la répartition de ces fossiles dans les terrains de la Suisse.

Terrain triasique. M. Gümbel [1] a poursuivi dans les montagnes du Bergamasque ses recherches sur les couches à plantes fossiles et sur le calcaire à Bellerophon (Rev. pour 1879, 302), commencées dans les environs de Recoaro. Je résume ici ses conclusions :

Les grès et conglomérats à plantes fossiles du terrain permien, décrits par M. Suess, ne sont pas les équivalents des grès de Recoaro, dont la faune est identique à celle de Neumarkt dans le Tyrol. Ce dernier terrain, auquel l'auteur donne le nom de couches de Collio, apparaît déjà aux environs de Meran et de Botzen où il est associé à des porphyres. Il est souvent recouvert en concordance par les grès de Grœden, mais ceux-ci reposent parfois directement sur les phyllades et sont indépendants des couches de Collio ; on ne peut les rapporter au permien, mais ils font partie du trias inférieur et ils sont recouverts immédiatement par les couches de Seiss à *Myophoria costata*, équivalentes du Röth de l'Allemagne.

Le calcaire à *Bellerophon* typique ne se prolonge pas

[1] Gümbel, Geognostische Mittheilungen aus den Alpen, VI. Ein geognostischer Streifzug durch die Bergamasker Alpen. *Sitzungsber. k. bayer. Akad. Wiss. München*, 1880, p. 164.

dans les Alpes occidentales. La cargneule, souvent associée à du gypse, occupe un niveau constant entre les couches de Seiss et le calcaire à brachiopodes du Muschelkalk; en avançant à l'ouest, il se développe entre elle et ce dernier horizon, des calcaires noirs, dolomitiques, calcaires de l'Ortler, qui jouent un rôle important dans les Grisons et correspondent au calcaire du Guttenstein. A partir du Muschelkalk, les dépôts triasiques du Bergamasque correspondent exactement à ceux du Tyrol méridional.

M. DE MOJSISOVICS [1] a donné un tableau d'ensemble des dépôts triasiques dans les Alpes lombardes, dépôts dont la nature complexe et les facies divers ont longtemps embarrassé la classification. Ces facies sont limités suivant des lignes perpendiculaires à la chaîne des Alpes, dont la principale est celle du lac de Garda, qui a séparé pendant les époques triasique et jurassique les dépôts du Tyrol et de la Vénétie de ceux de la Lombardie. Ces limites n'ont pas été permanentes, mais elles se sont manifestées avec de certaines intermittences; celle que je viens d'indiquer, par exemple, a existé à l'époque du Muschelkalk et à l'époque rhétienne, mais elle a disparu aux époques norique et carnique (trias supérieur). Le tableau suivant, donné par M. de Mojsisovics pour les terrains triasiques moyen et supérieur, montre la grande variété d'aspects qu'ils ont suivant la contrée dans laquelle on les étudie et la valeur différente de certains horizons stratigraphiques dans ces diverses régions.

[1] E. von Mojsisovics, Ueber heterotopische Verhältnisse im Triasgebiete der lombardischen Alpen. *Jahrb. der k. k. geol. Reichsanst.*, 1880, 695.

		Judicarie, Haut du val Trompia.	Milieu du val Trompia (côté Est.)	Est du lac d'Iseo. Lecco.	Val di Scalve.	Lenna.	Esino.	Lac de Lugano.
Etage Rhétien.	Zone à Avic. contorta.	2 Calcaire à Megalodon (calcaire du Dachstein). 1 Couches de Kœssen.						Dolomie principale. (C. du Dachstein)
Etage carnique.	Z. de l'Avic. exilis et du Turbo solitarius.	Dolomie principale. (C. du Dachstein.)		Dolomie principale (C. du Dachtein).				Gypse et calcaires rubannés et schistes calcaires.
	Z. du Trach. Aonoides.			Couches de Raibl.				
	Z. du Trach. Aon.			?	Calcaire clair et dolomie.			
Etage norique.	Z. du Trach. Archelaus et de la Daon. Lommeli.	3 Tufs sup. de Wengen. 2 Calcair. clair 1 Couches inf. de Wengen.	Tufs et grès de Wengen.		Couches infér. de Wengen.	(Calc. d'Esino.)		
	Z. des Trach. Reitzi et Curionii.	Calcaires noduleux du Buchenstein.						
Muschelkalk.	Z. du Cerat. trinodosus.	Calcaires foncés sableux et marneux à Ammonites.					Couches à poissons et sauriens de Perledo.	Dolomie du S. Salvatore et de Besano.
	Z. du Cerat. binodosus.	2 Calcaires à petites nodules. 1 Calcaires du Guttenstein.					Marbre de Varenna.	
	Z. du Tirolites Cassianus.	Servino (couches de Werfen).						

M. SORDELLI [1] a fait l'étude paléontologique des plantes fossiles des schistes bitumineux de Besano, sur l'âge desquels il a été exprimé des opinions très variées. Ces couches ont fourni un grand nombre de vertébrés, reptiles et poissons, qui ont été décrits à diverses reprises, *Pachypleura Edwarsii* Corn., *Ichthyorhynchus Curionii* Bel., *Lestacanthus Cornaliæ* Bel., des coquilles plus difficiles à déterminer, qui ont été rapportées à la *Posidonomya Lommelii* et aux *Ammonites Mandelslohi* Klipst., *A. Bouei* Kl., *A. Aon* Munst., déterminations qui demandent vérification. Les plantes, découvertes plus récemment, sont toutes des conifères et plus particulièrement des Abiétacées; on n'y a trouvé ni Cycadées, ni fougères, ni Lycopodiacées; M. Sordelli a reconnu deux espèces de *Voltzia*, *V. callistachys* Sord., et *V. Besanensis* Sord., et le *Glyptolepis Keuperiana* Schimp. Le premier de ces fossiles a une grande ressemblance avec une espèce de Raibl, aussi associée à des poissons analogues à ceux de Besano, le second avec une espèce des grès de Recoaro. L'âge de ces schistes est probablement très voisin de celui de ce dernier terrain.

T. RHÉTIEN. La zone à *Avicula contorta* est généralement rapportée au terrain triasique par les géologues allemands et au terrain jurassique par les géologues français qui lui donnent le nom d'*Infralias*. M. VÉLAIN [2] a fourni de nouveaux arguments en faveur de cette dernière classification en montrant que dans le Morvan, cette zone est distincte sous tous les rapports des couches triasi-

[1] Sordelli, Sulle piante fossili recentamente scoperte a Besano circondario di Varese. *Atti Soc. ital. d. Sc. nat.*, 1879, XXII, 81.

[2] Vélain, Limites du trias et du lias dans le Morvan. *Comptes rendus du Congrès intern. de géol. de 1878*, 1880, 136.

ques, tandis qu'elle est étroitement liée aux couches à *Amm. planorbis* et à *Amm. angulatus* qui doivent être aussi comprises dans l'infralias et qui passent elles-mêmes par transition insensible aux calcaires à *Gryphea arcuata*.

T. LIASIQUE. M. SCHALCH [1] a fait une étude très complète du terrain liasique dans la région du grand-duché de Bade située entre Waldshut et Donaueschingen. Les couches y sont à peu près horizontales, faiblement inclinées au SE. Nous ne pouvons suivre l'auteur dans cette description accompagnée de listes de fossiles, de nombreuses sections de détail et d'une coupe proportionnelle de l'ensemble de la formation. Il a établi les subdivisions suivantes :

Lias supérieur, *a.* couches à Amm. jurensis ; *b.* couches à Estheria Bronni. *Lias moyen*, *a.* couches à Amm. spinatus ; *b.* couches à Amm. margaritatus ; *c.* couches à Amm. Davœi et Jamesoni. *Lias inférieur*, *a.* couches à Amm. raricostatus, Gryphea obliqua et Pholadomya Fraasi ; *b.* couches à Amm. obtusus ; *c.* couches à Amm. Bucklandi et Pentacrinus tuberculatus ; *d.* couches à Amm. angulatus ; *e.* couches à Amm. Johnstoni et planorbis reposant sur le Keuper.

M. PARONA [2] a décrit la faune du calcaire liasique de Gozzano près du lac d'Orta. Les fossiles y sont très abondants et sont en grande majorité des brachiopodes et des crinoïdes, mais on y trouve aussi des lamellibranches, des gastéropodes et des ammonites. Ce gisement a déjà été signalé à plusieurs reprises et, dans un mémoire précédent

[1] Schalch, Die Gliederung der Liasformation des Donau-Rheinzuges. *Neues Jahrb.*, 1880, 177.

[2] Parona, Il calcare liassico di Gozzano e i suoi fossili. *Mem. R. Accad. dei Lincei*, 1880.

(p. 142), l'auteur a démontré l'analogie de sa faune avec celle des couches à *Ter. Aspasia* de la Sicile, quoique ce fossile manque dans ce gisement. En revanche, la *Rhynchonella Scherina* Gem., abondante à Gozzano, est rare en Sicile. Malgré quelques espèces communes aux couches de Hierlatz et à celles de Sospirolo, M. Parona rapporte cette faune au lias moyen, et la présence de l'*Harpoceras Algovianum* lui fait penser qu'elle représente plus particulièrement la partie supérieure de cet étage. Sur les 38 espèces décrites, 17 sont nouvelles, plusieurs sont restées douteuses; 10 sont communes aux dépôts de la Sicile. Parmi les plus connues se trouvent la *Spiriferina angulata* Opp. du lias inférieur, les *Sp. rostrata* Schl. sp., *Rhynchonella flabellum* Men., *Cidaris amalthei* Qu., *Pentacrinus scalaris* Gold., *basaltiformis* Mill., et l'ammonite citée plus haut.

M. Uhlig [1] a décrit la faune de brachiopodes de Sospirolo, près de Belluno, renfermée dans un calcaire à crinoïdes qui ressemble beaucoup à celui d'Hierlatz, et il la rapporte à une époque un peu plus récente que celle de ce terrain (partie supérieure du lias inférieur), et plus ancienne que la zone à *Ter. Aspasia* (partie supérieure du lias moyen); mais il reconnaît la difficulté de fixer un âge précis à des couches qui ne renferment d'autres fossiles que des brachiopodes. Plusieurs autres dépôts alpins sont dans le même cas et donnent lieu aux mêmes remarques. Il figure la plupart de ces fossiles parmi lesquels prédominent les *Terebratula* (*Aspasia*, etc.), *Waldheimia* et *Rhynchonella*.

[1] Uhlig, Die liasische Brachiopodenfauna von Sospirolo bi Belluno. *Sitzungsber. d. Wien. Akad.*, 1879, LXXX.

Dans une monographie du lias des Alpes vénitiennes, M. TARAMELLI[1] donne une description géologique de cette région, du lac de Garda à l'Isonzo, en la répartissant en 20 districts. Ce travail renferme de nombreux documents stratigraphiques, illustrés par deux planches de vues et de coupes. L'auteur décrit non seulement le lias, mais encore les terrains jurassiques jusque et y compris le tithonique. Il conteste l'exactitude des observations faites par les géologues allemands. Le calcaire gris à *Ter. Rotzoana* et *Renieri*, contenant des végétaux fossiles, classé dans le lias supérieur par M. Zittel et M. Lepsius, lui paraît appartenir au terrain jurassique inférieur. Il constate la difficulté d'établir des subdivisions dans ces dépôts dans lesquels on a cependant trouvé depuis quelques années tant de richesses paléontologiques ; de nombreuses recherches seront, d'après lui, encore nécessaires pour pouvoir donner une classification de cette grande masse de calcaire liasico-jurassique de 500^{m} de puissance. On ne peut s'empêcher de penser que cette conclusion ne s'accorde guère avec le grand tableau synoptique donné par cet auteur des subdivisions de ces terrains dans les Alpes italiennes.

La description de la faune liasique d'Erto suit cette partie stratigraphique; l'auteur décrit 29 espèces, dont 3 sont nouvelles; 7 d'entre elles appartiennent au lias inférieur d'autres pays, 19 au lias supérieur.

M. PILLET[2] a donné la liste des fossiles recueillis à la Table en Savoie, et qui ont été déterminés par M. Dumortier. Ce sont les *Ammonites heterophyllus* Sow., *Inocera-*

[1] Taramelli, Monografia stratigrafica e paleontologica del Lias nelle Provincie Venete. *Atti dell' Istit. venet.*, 1880, V. Append.

[2] Pillet, *Rev. savois.*, 1880, 73.

mus cinctus Goldf., *I. dubius* Sow., *Posidonomya Bronni* Voltz, du lias supérieur, les *Ammonites Murchisonæ* Sow., *Sowerbyi* Mill., *tripartitus* Rasp., *Brocchii* Sow., du terrain jurassique inférieur et les *Ammonites Mensæ* Dum., *Gresslya concentrica* Gr., et *Inoceramus lævigatus* Goldf. Ces fossiles, recueillis dans le même lieu, appartiennent certainement à deux ou plusieurs horizons.

T. JURASSIQUE. D'après M. BALTZER[1], le terrain jurassique des Alpes bernoises offre les subdivisions suivantes : Le terrain jurassique inférieur est généralement peu puissant; il est formé à la base d'un calcaire quartzeux sans fossiles, au-dessus duquel se montrent des bancs d'un calcaire foncé, compacte, équivalent du bajocien; çà et là cette roche présente le caractère de la brèche à échinodermes des Alpes orientales suisses. L'auteur a fait, à l'Unterwasserlamm (Hasli) une abondante récolte de fossiles bajociens qui ont été déterminés par M. Mœsch :

Ammonites Parkinsoni Sow., Neuffensis Opp., Martinsi d'Orb., Eudesianus d'Orb., Murchisonæ Sow., Belemnites giganteus Schl., Pholadomya fidicula Sow., Gresslya abducta Phill., Astarte maxima Qu., Trigonia costata Park., Hippopodium rhomboidalis Phill., Lima pectiniformis Schl., duplicata Morr. et L., semicircularis Munst., Gervillia Hartmanni Gold., acuta Sow., Modiola plicata Sow., cuneata Sow., Pecten demissus Phill., Terebratula sphæroidalis Sow., Phillipsi Dav., Rhynchonella subtetraedra Dav., etc.

Ces fossiles recueillis sur une épaisseur de 3^m, mais dans plusieurs bancs, appartiennent en majeure partie aux zones à *Amm. Murchisonæ, Sowerbyi* et *Humphriesianus.* Des fossiles du même terrain ont été trouvés encore

[1] **Der mechanische Contact von Gneiss und Kalk.....**

dans plusieurs autres gisements. Ces couches sont surmontées des terrains suivants :

Oolite ferrugineuse (oolite de Blegi) équivalente des couches à *Amm. Parkinsoni*; elle a fourni aussi un grand nombre de fossiles :

Belemnites canaliculatus Schl., wurtembergicus Opp., Ammonites Moorei Opp., Neuffensis Opp., Parkinsoni Sow., bullatus d'Orb., Wagneri Opp., aurigerus Opp., sulciferus Opp., Orion Opp., curvicosta Opp., aspidoides Opp., funatus Opp., etc.; bivalves et brachiopodes.

Schistes oxfordiens (zone à *Amm. cordatus* et zone à *Amm. Renggeri)*; schistes argileux gris foncés, luisants :

Amm. plicatilis Sow., cf. Arduennensis d'Orb., Mariae d'Orb., tortisulcatus d'Orb., sulciferus Opp.

Terrain jurassique supérieur, masse immense de calcaire dans lequel on a pu distinguer en quelques points l'équivalent du *Schiltkalk* d'Escher et des bancs coralligènes à *Diceras Lucii*, mais dont la plus grande partie n'offre pas de subdivisions, malgré ses 600^{m} d'épaisseur.

Nous avons signalé (Rev. pour 1879, 206) la création d'un nouvel étage établi par M. C. Mayer sous le nom de vésulien, et qui est l'équivalent du bathonien inférieur des géologues français, de la grande oolite des géologues suisses, etc. M. STEINMANN[1] a recherché si ce nouveau groupe peut s'adapter à la géologie de l'est du bassin de Paris et de la vallée du Rhin. Il a trouvé en deux points, près de Buchsweiler dans la Basse-Alsace, et plus à l'est, près de Minversheim, les couches à *Ostrea acuminata*;

[1] Steinmann, Zur Kenntniss des « Vesullians » im südwestlichen Deutschland. *Neu. Jahrb.*, 1880, II, 251.

dans ce dernier gisement il a reconnu sous ces couches un banc à *Terebratula perovalis*, *Cosmoceras Parkinsoni* Sow., et *Garantianus* d'Orb., fossiles caractéristiques du bajocien supérieur. Cet horizon, que M. Mayer croyait manquer à cette région, y est compris entre les couches à *Amm. Humphriesianus* et la grande oolite; il n'y a donc là aucune trace d'interruption dans les dépôts, non plus qu'en Lorraine où il paraît représenté par les marnes de Longwy. M. Steinmann propose de choisir ce niveau paléontologique, constant et bien caractérisé, comme base de l'étage bathonien (ou vésulien). Il correspond à la partie supérieure du Jura brun δ de Quenstedt, où les *Amm. Humphriesianus* et *Blagdeni* s'éteignent et où se montrent les vrais *Parkinsoni* et les *Subfurcati* (*C. Garantianus, subfurcatus*). C'est à ce moment qu'apparaît, en Suisse, dans la vallée du Rhin et dans la France orientale, la formation oolitique. Les couches à *Rhynchonella varians* qui forment un horizon bien défini, sont la meilleure limite supérieure qu'on puisse fixer au terrain vésulien.

M. Steinmann n'a pu reconnaître dans la région qu'il a explorée la présence des trois subdivisions établies par M. Mayer; il en existe seulement deux, une inférieure, oolitique, pauvre en fossiles (calcaire de Minversheim, marnes de Longwy, oolite de Jaumont, grande oolite inférieure de l'Argovie) et une supérieure, plus fossilifère, correspondant à la grande oolite moyenne et supérieure de l'Argovie; elle renferme des échinodermes *Clypeus Plotii*, etc., et un grand nombre d'ammonites (*Ammonites Parkinsoni*, etc.). En Lorraine elle est représentée par les marnes de Gravelotte, le calcaire à polypiers, le calcaire oolitique du Grand-Failly. La classification établie par

M. Mayer ne paraît donc pas s'appliquer à cette région. L'auteur termine par un tableau synoptique de ces diverses formations, et par la description d'une nouvelle espèce (*Cosmoceras Longoviciense*) des marnes de Longwy.

On trouve dans la grande oolite du Brisgau, du Jura suisse et du Jura français, un banc calcaire et marneux, oolitique, caractérisé par la *Nerinea Bruckneri*, au-dessus des couches à *Ostrea acuminata* et à *Echinobrissus Renggeri*. M. Steinmann[1] a remarqué que les fossiles de cet horizon sont souvent enveloppés dans l'oolite même et l'enveloppe est parfois si mince que la coquille se laisse reconnaître à travers elle. Elle a du reste une structure différente de la structure oolitique et très analogue à celle d'une éponge, spécialement des *Pharetrones*. On y remarque un tissu d'aiguilles dont les intervalles sont remplis de spath calcaire transparent. Le mode de conservation de ces organismes ne permet pas d'en faire une étude complète. Ils ont enveloppé des coquilles variées, mais on ne les trouve jamais autour des brachiopodes. Des coquilles tertiaires de S. Giovanni Ilarione présentent à peu près le même aspect, mais cette apparence est ici produite par un végétal, le *Lithothamnium*.

M. Revil[2] a donné une série de coupes géologiques prises aux environs de Chambéry, à Lémenc, Saint-Saturnin, Montagnole et au Mont-du-Chat, pour le terrain jurassique supérieur, et aux environs de Chanaz pour le terrain jurassique inférieur.

M. V. Uhlig[3] a trouvé dans les environs de Roveredo,

[1] G. Steinmann, Die Mumien des Hauptrogensteins. *Neu. Jahrb.*, 1880, 151.

[2] Revil, *Rev. savois.*, 1880, 71.

[3] Uhlig, Zur Gliederung des rothen Ammonitenkalkes in der Umgebung von Roveredo. *Verhandl. k. k. g. Reichsanst.*, 1880, 275.

près de Madonna del Monte, le *Belemnites Schlœnbachi* Neum. et le *Peltoceras transversarium* Qu., dans des calcaires rouges et jaunes, inférieurs aux couches fossilifères à *Amm. acanthicus*. Quelques fossiles oxfordiens provenant de cette contrée avaient déjà fait supposer à M. Neumayr l'existence de cet horizon qui repose là sur les couches de Klaus. Il se retrouvera probablement encore dans d'autres localités, d'après des indications déjà recueillies.

M. P. Choffat[1] a décrit de nouveau les mélanges d'horizons stratigraphiques qu'il a signalés antérieurement dans les terrains jurassiques du Jura français. Le faciès à hexactinellides, réapparaît dans la même contrée à trois époques, dans les zones à *Amm. transversarius*, à *Amm. bimammatus* et à *Amm. tenuilobatus*, les espèces fixées au sol, lamellibranches, brachiopodes et échinides restant les mêmes aux trois niveaux, tandis que les animaux nageurs sont remplacés par des espèces voisines. Ces récurrences de faunes proviennent des affaissements du fond de la mer qui ont permis à plusieurs reprises l'envahissement, dans une partie du Jura, d'un faciès pélagique qui se développait plus au sud d'une manière continue, tandis que, dans cette région, des exhaussements momentanés du sol venaient en arrêter le dépôt.

M. F. Fontannes[2] avait déjà mentionné (Rev. pour 1876, 147) la découverte de quelques fossiles dans les

[1] P. Choffat, Mélange d'horizons stratigraphiques par suite des mouvements du sol; colonies dans le terrain jurassique français. *Comptes rendus du Congrès internat. de géol. de 1878*, 1880, 201.

[2] Fontannes, Description des Ammonites des calcaires du château de Crussol (Ardèche), 1879.

calcaires du château de Crussol qu'il avait rapportés au tithonique inférieur; mais l'étude de la magnifique série de fossiles recueillis par M. Huguenin lui a prouvé que ces calcaires appartiennent à une époque un peu plus ancienne. Paléontologiquement ces calcaires se subdivisent en deux groupes dont l'inférieur appartient encore à la zone à *Oppelia tenuilobata* et dont le supérieur représente la zone à *Waagenia Beckeri* et *Hoplites eudoxus*. Ce groupe se distingue du précédent par la présence de la *Terebratula janitor* et d'un certain nombre d'ammonites dont les unes se retrouvent dans l'étage tithonique et dont les autres sont au moins très voisines des types de Solenhofen. Ces deux horizons passent de l'un à l'autre par transition insensible. Ils constituent ensemble l'équivalent des couches à *Aspidoceras acanthicum* de la région méditerranéenne. « Il se pourrait, dit M. Fontannes, que les derniers bancs de la montagne de Crussol représentassent exactement les *Plattenkalke* ou la zone à *Oppelia steraspis* du Jura suisse et allemand, » mais cette question ne peut être encore résolue.

La faune se compose de 99 espèces qui présentent un mélange intéressant de types de l'Europe centrale et de types méditerranéens; 39 ont déjà été reconnues dans les couches à *Opp. tenuilobata* de Crussol; 35 sont nouvelles; 80 ont été recueillies dans l'horizon paléontologique supérieur.

Cet ouvrage, accompagné de treize belles planches, donne une idée plus exacte qu'on ne l'avait encore, de cette faune à *Amm. Beckeri* et *Eudoxus*, dont M. Neumayr a constaté le premier la présence distincte dans le bassin méditerranéen.

M. PARONA [1] a donné la description de fossiles tithoniques recueillis par M. Taramelli, dans les carrières de Rubiare, près de Caprino au pied du Mont Baldo (Alpes vénitiennes). Cette faune est semblable à celle du Tyrol méridional ; le calcaire à *Ter. diphya* est recouvert par le terrain néocomien à *Crioceras* et repose sur les couches à *Aspid. acanthicum*. Ce dernier horizon a fourni au même auteur une belle série de fossiles au Mont Campello, en face de Podenzoï, au nord de Longarone. Il est recouvert ici directement par le terrain néocomien. L'*Aspid. acanthicum* y est représenté par trois exemplaires ; mais les fossiles de cet étage sont associés à plusieurs espèces tithoniques parmi lesquels se trouve la *Terebr. diphya*.

Contrairement à l'opinion généralement reçue, M. BENOIT [2] pense que le Purbeckien du Jura est un dépôt plus marin que d'eau douce, qu'il se lie plutôt avec le crétacé qu'avec le jurassique et qu'il devrait être considéré comme la première couche néocomienne. La région du Jura devait être, à cette époque, occupée au sud par la mer, au nord par une immense plage basse, sillonnée de lagunes, de flaques d'eaux marines ou saumâtres et parcourue par de petites rivières venant du nord.

Le Purbeckien se rencontre dans le Jura, seulement dans le fond des vallées de ploiement intérieures à la courbe que dessinent les montagnes occidentales ; ce terrain se déposait donc dans un vaste cirque ouvert du côté des Alpes ; il accompagne partout le néocomien, qui a la même extension géographique. Souvent il diminue

[1] Parona, Di alcuni fossili titonici dei dintorni di Caprino e di Longarone nel Veneto. *Atti del R. Istit. Veneto*, 1880, VI.

[2] E. Benoit, De l'extension géographique et stratigraphique du Purbeckien dans le Jura. *Bull. soc. géol.*, 1879, VII, 484.

d'épaisseur et disparaît entièrement sur les flancs des ploiements convexes des calcaires jurassiques, et le néocomien vient se mettre en contact avec ces derniers; ces deux terrains sont alors en discordance, tandis que le néocomien et le purbeck sont toujours concordants; ils se sont déposés sur un fond de mer ondulé et dans des cuvettes longitudinales. Les argiles et marnes bleues un peu glauconieuses du purbeckien ont une nature alpine et elles présentent beaucoup plus d'affinité par leur constitution minéralogique avec le néocomien, spécialement avec les marnes d'Hauterive, qu'avec le jurassique supérieur; les dolomies portlandiennes se terminent par une brèche qui clot la série jurassique et qui a une origine marine. Les premières couches du Purbeckien sont des marnes granuleuses homogènes; elles renferment quelques gisements de gypse dont la présence indique la concentration d'eaux marines. Au-dessus viennent des calcaires compactes très durs, en petits bancs dans le bas, grumeleux et bréchoïdes dans le haut. Ils renferment à leur partie supérieure des fossiles d'eau douce de petites dimensions apportés par des cours d'eaux. Ils sont recouverts par des marnes semblables aux marnes inférieures, mais plus calcarifères et déjà un peu glauconieuses, comme les couches néocomiennes qui les surmontent et auxquelles elles passent par alternances; on y trouve de petits bivalves marins à l'état de moule.

T. CRÉTACÉ. M. VACEK[1] a publié une étude intéressante sur la marche des travaux relatifs au terrain néocomien. Les observations des savants anglais, l'application

[1] Vacek, Neocomstudie. *Jahrb. k. k. g. Reichsanst.*, 1880, XXX, 493.

de leurs découvertes au bassin de Paris et au Jura, et l'extension des recherches aux Alpes et au bassin du Rhône, marquent les trois phases de cette histoire. La classification de ce terrain a été longtemps entravée par le fait que son type fut choisi d'abord dans un pays où il présente de grandes lacunes. Il a fallu arriver peu à peu à les reconnaître et à admettre que son développement normal et complet a eu lieu seulement dans les Alpes. Il y a dans le Dauphiné une épaisseur de 1000^{m} environ de formations qui n'est pas représentée dans le bassin anglo-parisien. L'auteur attire spécialement l'attention sur les recherches faites pour établir un parallélisme entre les formations à type jurassien et celles qui présentent le type alpin ; il développe l'idée que ce dernier, nommé aussi type vaseux, n'est point un faciès pélagique, comme l'a fait croire longtemps la présence de nombreux céphalopodes, mais un faciès littoral, tandis que le type calcaire, nommé aussi type jurassien ou faciès littoral, dont la faune est composée surtout de bivalves d'échinides, de bryozoaires et de polypiers, a dû se former généralement à une plus grande distance des côtes. Il vaudrait donc mieux appeler simplement ces types, faciès vaseux et faciès corallien. Je donne ici un résumé très abrégé du tableau synoptique des formations néocomiennes :

Bassin anglo-parisien.	Bassin helvéto-méditerranéen.		
	Jura (facies corallien)	Grenoble (fac. mixte)	Basses-Alpes (facies vaseux)
Néoc. supérieur	Aptien.	Urgo-aptien.	Marnes aptiennes.
Néoc. moyen.	Calc. à caprotines		
	Urgonien infér.	Pierre de Sassenage.	Barrémien.
Néoc. inférieur.	Néocom. moyen.	Marnes à spatangues. Calcaire à criocères. Couche à Bel. pistillif.	Marnes à Bel. dilatatus.
Lacune et wealdien.	Valangien.	Calc. à Ostr. macroptera. Calc. du Fontanil.	Calc. marneux à Ammon. et A. Didayi.
	Lacune.	Marnes à Bel. latus.	Marnes à Bel. latus.
		Marn. à Ter. diphyoides. (Berrias.)	Berrias.
Purbeck.	Purbeck.	Tithonique.	

Dans la seconde partie de son mémoire, l'auteur résume ses observations personnelles sur divers points des terrains crétacés, compris entre la Savoie et le Vorarlberg, déjà plus ou moins connus et décrits, mais qui sont des types importants de ces terrains. Au Salève, dans le vallon de Monnetier, le terrain jurassique passe

au terrain crétacé sans interruption dans la sédimentation ; on doit donc y retrouver l'équivalent des couches de Berrias et comme toute la formation jura-crétacée du Salève est coralligène, ces couches doivent y présenter aussi ce faciès qui n'a pas encore été signalé ailleurs. L'auteur croit les reconnaître dans « l'assise du banc de fer. »

Le grand massif crétacé et éocène, compris entre l'Arve et le lac d'Annecy, est formé par des chaînes courbées et le centre de cette courbure est à peu près Flumet où se trouve un promontoire de roches cristallines. Ce promontoire aurait donc agi comme point de résistance lors du soulèvement des chaînes, de même que celui de Bludenz dans le Vorarlberg (Rev. pour 1879, 89).

M. Vacek donne plusieurs coupes prises dans les vallées de la Borne et du Fier, et il remarque que la série des terrains a une grande ressemblance avec celle du type mixte jurassien et alpin des environs de Grenoble. Il y constate l'équivalent des couches de Berrias et du calcaire du Fontanil au-dessus duquel se trouve le néocomien moyen caractérisé par la faune alpine du Pont Saint-Clair. L'urgonien se divise clairement en deux parties; l'aptien manque entre ce terrain et le gault, au-dessus duquel s'élève le calcaire de Seewen.

Le type alpin domine dans les Alpes fribourgeoises, bien que le type jurassien ait été aussi reconnu dans la chaîne extérieure, celle de la Berra. La couche à ptéropodes, dont M. Ooster a décrit la faune et dont il a reconnu l'analogie avec le terrain valangien d'Arzier, paraît en effet être l'équivalent de ce terrain et il y aurait ainsi, à Châtel Saint-Denis, une lacune entre le terrain tithonique et les couches valangiennes, puisque les couches

de Berrias manquent en ce point. Elles existent plus au nord dans le Monsalvens. Au-dessus se trouve le calcaire à *Ostraea* dont la faune jurassienne pénètre dans la région alpine et que M. Gilliéron rapporte au valangien ; mais comme il est recouvert par les marnes à *Bel. latus*, M. Vacek le rapporte à un niveau plus ancien et le compare à des dépôts qui séparent dans quelques lieux les marnes à *Ter. diphyoides* de la zone à *Bel. latus*. L'urgonien inférieur présente dans le Monsalvens une deuxième invasion de néocomien à type jurassien. Dans les chaînes plus intérieures, celles du Gantérist et du Stockhorn, le néocomien a seulement le faciès alpin et il est surmonté de schistes rouges qui appartiennent aux parties supérieures du terrain crétacé. D'après M. Brunner, M. Gilliéron et d'autres géologues, le terrain néocomien ne serait pas développé dans la chaîne du Simmenthal et ces schistes seraient en contact avec les calcaires de Wimmis. M. Vacek a cru reconnaître dans la coupe qu'il a prise du fond du Simmenthal au sommet de Stockhorn, que ces couches rouges, qui réapparaissent plusieurs fois par suite des plis des formations, sont recouverts, dans le haut de la montagne, par des calcaires siliceux en bancs minces dans lesquels se trouve la faune néocomienne signalée par M. Brunner (*Bel. pistilliformis, Ammon. subfimbriatus, Terebr. diphyoides*, etc.), laquelle serait ainsi plus récente que la formation des schistes rouges et gris. Il en conclut que ceux-ci appartiennent peut-être encore au tithonique, et en majeure partie au terrain crétacé le plus inférieur. La lacune supposée à la fin de la période jurassique dans cette contrée n'aurait donc pas existé [1].

[1] Je ne puis ratifier les conclusions de M. Vacek. Les observa-

Dans le Justithal, M. Vacek pense que les couches à *Ter. diphyoides*, dont la faune a une grande analogie avec celle de Berrias, occupent un niveau supérieur à celles-ci, et paraissent être l'équivalent des couches du Pont Saint-Clair en Savoie. Il a observé aussi que le gault et le calcaire de Seewen se voient dans les plis synclinaux entre l'urgonien et l'éocène, tandis qu'il manquent dans les plis anticlinaux, ce qui prouve que le commencement de ces plis date de l'époque crétacée moyenne comme dans le Vorarlberg. Le même fait a été observé par M. Kaufmann dans le Pilate.

L'auteur poursuit ensuite ses recherches sur les bords du lac des Quatre Cantons. Il attribue aux couches de Berrias les schistes rouges du Mythen que M. Kaufmann classe dans le tithonique supérieur.

A l'est du lac d'Uri, les calcaires siliceux du néocomien inférieur deviennent de plus en plus marneux. Ces couches, qu'Escher a nommées schistes de Balfries, et qui ont été rapportées par lui au terrain jurassique supérieur sont probablement l'équivalent des couches de Berrias. Sur le calcaire siliceux (*Kieselkalk*) seulement, équivalent du valangien, se trouvent des calcaires marneux à *Echinospatagus cordiformis*, appartenant au néocomien moyen et recouverts par l'urgonien. Le néocomien est donc représenté par quatre groupes principaux. L'urgonien a, à partir du Pilate, deux subdivisions, l'urgonien inférieur et le calcaire à caprotines. Plus à l'E., dans les montagnes des Churfirsten et du Sentis, ces terrains pren-

tions que j'ai faites dans la chaîne du Stockhorn sont parfaitement d'accord avec celles de M. Gilliéron ; la superposition du terrain néocomien fossilifère aux schistes rouges s'explique par un renversement des couches.

tu Gan..
iès alpin
nnent aux
D'après M.
le terrain néo
ne du Simmer
c les calcai
lans la coupe
sommet de
pparaissent
ions, sont
calcai-
ouve la
istilli-
etc.),
des
par-
ma-
La
lans

serva-

M. WATERS[1] a étudié au microscope le calcaire nummulitique bleu foncé des Diablerets. Cette roche, dans laquelle on ne voit à l'œil nu aucune trace de corps organisés, est presque entièrement formée de *Lithothamnium* et ces algues ont parfaitement conservé leur structure; elles sont associées à des foraminifères de grande taille, dont l'espèce la plus commune est l'*Orbitoides* (*Rhipidocyclina*) *nummulitica* Gumb. et à des bryozoaires (*Idmonea, Entalophora, Lepralia, Cellepora, Eschara*). L'échantillon était pénétré de fentes microscopiques remplies de carbonate de chaux.

La coupe du terrain nummulitique de la Cordaz prise par cet auteur indique sur la couche à *Natica*, un calcaire rempli de Lithothamnies en nodules; au-dessus les orbitoïdes deviennent abondantes, puis viennent les couches à nummulites, polypiers, pectens, puis un calcaire à petits foraminifères (*Globigerina, Rotalia, Nodosaria*, etc.). Ces dépôts se sont formés dans une mer peu profonde.

La présence de nummulites dans le flysch a été signalée par M. Brunner dans la chaîne du Stockhorn, par M. Renevier aux Ormonds, par M. Kaufmann au Pilate; ce sont des espèces striées dont la détermination est incertaine; mais M. PH. DE LA HARPE[2] a étudié deux espèces granulées nouvelles, trouvées dans le flysch de l'Autriche, au Waschberg et au Michelsberg, près de Stockerau, qui sont bien conservées. Il a retrouvé ces deux espèces dans des échantillons du grès du Gur-

[1] A.-W. Waters, Quelques roches des Alpes vaudoises étudiées au microscope. *Bull. soc. vaud.*, 1880, XVI, 593.

[2] Ph. de la Harpe, Note sur les Nummulites Partschi et Oosteri, de la H. *Bull. soc. vaud.*, 1880, XVII, 33.

nigel de la collection de M. A. Favre. L'une d'elles, le *Nummulites Partschi* de la H., est une espèce de taille moyenne (12-13^{mm} de diamètre), l'autre le *N. Oosteri* de la H. est plus petite (2-4^{m}). En Suisse comme en Autriche, il règne encore une grande incertitude sur l'horizon auquel elles appartiennent; jusqu'à présent les nummulites granulées proviennent des parties moyennes de l'éocène.

Une découverte importante faite par M. GUMBEL[1] a jeté un jour nouveau sur l'origine si controversée du flysch. Cet auteur y a reconnu la présence d'aiguilles d'éponges en très grande abondance. Lorsque la roche est une marne ou un calcaire siliceux à grains fins, elles la constituent presque entièrement et elles forment alors un réseau compacte, facile à observer au microscope, dans lequel on peut reconnaître les formes caractéristiques de ces aiguilles, bien qu'il y en ait beaucoup de brisées. Ces observations ont été faites sur le flysch de la Suisse, de la Bavière, de l'Autriche et des Apennins. Les marnes et les grès proprement dits en contiennent aussi quoiqu'en moindre proportion. Ces restes organiques peuvent fréquemment s'observer à l'œil nu sur une face unie sur laquelle on a mis un peu d'acide.

Ces roches contiennent aussi beaucoup de foraminifères, et les grains verts qu'on observe dans cette formation sont des loges de ces animaux remplies ultérieurement. Le flysch est donc un terrain dont l'origine est marine. Certains faciès du terrain néocomien et du lias, par exemple les schistes de l'Allgau et les schistes noirs

[1] Gümbel, Spongien-Nadeln im Flysch. *Verhandl. k. k. g. Reichsanst.*, 1880, 213.

du revers sud des Alpes, sont aussi formés en majeure partie d'aiguilles de spongiaires.

M. SCHARDT[1] a fait des recherches sur les terrains tertiaires du pied du Jura. Le terrain sidérolitique (Parisien supérieur) est formé soit de dépôts résultant d'éjections et de sources thermales, soit de calcaires d'eau douce. Les premiers avaient évidemment une étendue beaucoup plus considérable qu'aujourd'hui où ils sont recouverts en grande partie par la mollasse rouge; les traces d'éjections du Mormont et du Chamblon, les dépôts d'Orbe, de Goumoëns-le-Jux, les crevasses remplies par en haut visibles dans le néocomien, et le remaniement des matériaux sidérolitiques dans la mollasse rouge en sont la preuve. L'auteur décrit ces divers gisements. C'est aux roches sidérolitiques qu'est due la coloration de la mollasse rouge; les ruisseaux passant à leur contact forment aujourd'hui encore des dépôts semblables à ceux de ce terrain. Le calcaire d'eau douce qui recouvre les deux flancs de la colline urgonienne d'Orbe appartient aussi à l'époque sidérolitique. Il renferme en abondance le *Chara helicteres*, Brg. de l'époque éocène, qui se retrouve dans les calcaires sidérolitiques du Jura bernois, le *Chara Greppini* ou le *Chara siderolitica*, quelques petites planorbes et lymnées; il correspond au calcaire à *Lymnea longiscata* du lac Ter près du Lieu (vallée de Joux.)

T. MIOCÈNE. La mollasse rouge présente, d'après M. Schardt, deux faciès: 1° Faciès torrentiel formé par des matériaux provenant du Jura; on n'y trouve pas de

[1] H. Schardt, Notice géologique sur la mollasse rouge et le terrain sidérolitique du pied du Jura. *Bull. soc. vaud.*, 1880, XVI, 609.

mica; les dépôts consistent en assises plus ou moins puissantes de gompholites formées de roches crétacées et sidérolitiques unies par un ciment calcaire, en couches de grès siliceux à ciment calcaire, parfois bitumineux, en couches de marnes rouges, jaunes et grisâtres; ces couches se succèdent irrégulièrement. Ce faciès s'observe à Moiry et entre Montcherand, Orbe, Arnex, Orny et Pompaples; on y trouve, près de ce dernier village, des fossiles rhodaniens remaniés. Des Hélix de la mollasse rouge de Montcherand près d'Orbe, qui avaient été déterminés sous le nom d'*H. rubra*, appartiennent, d'après M. Sandberger, à l'*H. rugulosa*, Mart. (*H. Moguntina*, Desh.), qui est une espèce aquitanienne, ce qui confirme l'âge généralement attribué à ce terrain, et à un *H.* nov. sp. 2° Faciès à stratification régulière. Il commence au delà du précédent et se fait remarquer par l'absence des gompholites et de tout terrain de charriage grossier, par le manque d'Hélix, par les grès micacés, marneux, compactes ou friables, interposés à des couches de marnes rouges et bigarrées. Le mica caractérise les grès comme matériaux alpins.

Ces deux faciès sont synchroniques et forment la base du terrain aquitanien; ils passent souvent de l'un à l'autre. L'auteur décrit les particularités de leurs gisements dans diverses localités et en a figuré plusieurs coupes. A l'époque de la formation de ces dépôts littoraux, les chaînes du Suchet et du Chasseron étaient déjà en partie émergées et donnaient naissance aux torrents dont on peut reconnaître l'action.

M. Doge [1] a trouvé dans une carrière ouverte dans la

[1] Doge, *Bull. soc. vaud.*, 1880, XVII, xx.

mollasse rouge au-dessus de la Tour de Peilz, une belle feuille de *Sabal major*, de $0^m,42$ de longueur sur $0^m,18$ de largeur.

Le ravin de la Paudèze, près de Lausanne, bien connu par les nombreux fossiles qu'il a fournis et par ses exploitations de charbon, a été décrit par M. MAILLARD [1]; une carte à 1 : 25000 et plusieurs profils à une grande échelle accompagnent ce mémoire. Les terrains observés sont à partir des plus récents :

Erratique.
Helvétien ou mollasse marine.
Langhien ou mollasse grise.
Aquitanien { mollasse à néritines. / mollase à gypse. / mollasse à lignite.
Mollasse rouge.

L'abondance de l'erratique, la ressemblance de la mollasse grise avec la mollasse rouge et d'une partie de la mollasse à néritines avec la mollasse à lignite rendent les relations stratigraphiques entre ces terrains difficiles à observer. Il résulte de ces recherches que le langhien est superposé directement à la mollasse à néritines ; celle-ci est donc aquitanienne, ce qui est encore démontré par l'ensemble de sa faune : *Helix* cf. *Ramondi*, *Planorbis cornu* var. *solidus*, *Limneus* cf. *subovatus*, *Glandina* sp. *Neritina fluviatilis*, et par la présence de calcaire bitumineux et de lignite ; elle doit être rangée dans l'aquitanien supérieur. La mollasse à gypse inférieur à ces couches est donc franchement aquita-

[1] Maillard, Notice sur la mollase dans le ravin de la Paudèze au moulin de Belmont. *Bull. soc. vaud.*, 1880, XVII, 81.

nienne et doit probablement être assimilée aux couches analogues du pied du Jura.

Une grande faille et plusieurs autres de moindre importance parcourent ce ravin du NE. au SO. L'abondance des plis et des cassures survenus sur ce petit espace est étonnante. Il est probable que la mollasse rouge, l'aquitanien inférieur et la mollasse à gypse se sont déposés sans interruption; puis il y a eu un soulèvement local, dû à une poussée latérale après laquelle se sont déposés les couches à néritines, le langhien et l'helvétien; enfin une nouvelle poussée latérale a amené, entre l'aquitanien d'un côté et les couches à gypse et les terrains plus récents de l'autre, une dénivellation de 500^{m} environ.

M. G. Maillard [1] a signalé dans les environs de Lausanne un nouveau gisement de feuilles fossiles dans la mollasse. Il se trouve près de Cheseaux sur la rive droite de la Mèbre, sous les grès de la mollasse marine; il est facile à exploiter et les feuilles y sont bien conservées et très abondantes.

La nagelfluh miocène de la Suisse orientale entre les lacs de Zurich et de Constance atteint sa plus grande épaisseur au pied des Alpes dans la chaîne du Speer et du Hörnli. M. Gutzwiller [2] en a donnée une très bonne description et l'a comparée à la nagelfluh poreuse qui est d'époque plus récente. On en reconnaît, à l'E. de la vallée de la Tour, quatre zones séparées par des zones de

[1] G. Maillard, Nouveau gisement de feuilles fossiles aux environs de Lausanne. *Bull. soc. vaud.*, 1880, XVII, 32.

[2] Gutzwiller, Die löcherige Nagelfluh. Ihre Beziehungen zu den tertiären und quartären Ablagerungen. *Ber. der Gewerbeschule zu Basel*, 1880.

grès et de marnes, mais, à l'O. de cette vallée, il n'en subsiste que deux. Les cailloux qui les constituent diminuent de grosseur en s'éloignant des Alpes ; ils ont l'aspect de cailloux roulés par des cours d'eaux et ils appartiennent à des roches très variées ; tantôt ce sont des roches cristallines, granits, gneiss, quartzites, micaschistes, porphyres, mêlés à des calcaires, des grès et des silex, tantôt ce sont ces derniers et spécialement les calcaires qui prédominent ; mais il y a passage d'un des groupes à l'autre et la distinction entre la nagelfluh polygénique et la nagelfluh calcaire ne peut se faire d'une manière absolue. Plusieurs variétés de ces roches n'ont jamais été trouvées dans les Alpes. Lorsque le calcaire prédomine dans le conglomérat, il forme en majeure partie le ciment qui est alors très dur ; si ce sont les roches cristallines qui prédominent, le ciment est formé d'éléments très variés dans lesquels entre beaucoup de feldspath plus ou moins décomposé et la roche est moins compacte. Les cailloux, surtout les calcaires, sont très fréquemment impressionnés dans les bancs horizontaux ; dans les couches redressées, ils sont aussi écrasés ou cassés, et présentent des surfaces de glissement parfaitement polies ; les impressions des cailloux écrasés sont très rudes et se sont formées en même temps que l'écrasement ; les roches dures telles que les quartzites, silex, granits, porphyres, qui ont subi ces déformations dans les couches redressées, ne présentent jamais d'impressions dans les couches horizontales. Les bancs de la nagelfluh étaient déjà consolidés à l'époque du soulèvement et beaucoup d'impressions sont antérieures à ce moment, tandis que les cassures ou écrasements datent de cette époque même.

En s'éloignant des Alpes, on rencontre successivement la zone de nagelfluh du Speer, surtout calcaire; celle du Kronberg et de la Hochalp, polygénique à l'E., calcaire à l'O.; celle du Gäbris dont la base est surtout calcaire; enfin la plus considérable, celle du Hörnli, surtout polygénique; cependant un banc de cette roche est presque exclusivement calcaire et porte le nom de granit d'Appenzell. Les trois premières zones plongent au sud, la quatrième au nord et se rapproche peu à peu de l'horizontale.

M. Gutzwiller ne met pas en doute que les éléments de cette roche ne proviennent des Alpes. Les courants qui les ont transportés se déversaient dans le lac qui occupait le pied de cette chaîne; ils ont charrié d'abord beaucoup de roches calcaires qu'ils ont abandonnées près du rivage, tandis que le sable et l'argile se déposaient plus en avant. Par suite du soulèvement du sol et du remplissage du bassin, ces courants, dont le cours avait été modifié, formèrent plus loin la nagelfluh polygénique.

M. L. Pillet[1] a reconnu dans le bassin d'Aix en Savoie une grande abondance de cailloux exotiques. Il les signale dans les grès marins de la mollasse supérieurs au terrain d'eau douce, à Corbeil sur les bords du Guier, à Vimines, à Bissy et jusqu'au lac du Bourget ainsi que dans des dépôts tertiaires plus récents et dans le terrain glaciaire; ces derniers sont évidemment remaniés et ont été arrachés au miocène par les courants de cette époque. On n'en trouve pas dans les dépôts prégla-

[1] Pillet, Les cailloux exotiques du bassin d'Aix *Rev. Savois.*, 1880.

ciaires de la Boisse, de Sonnaz et de la Motte formés par des courants qui arrivaient par la cluse de Chambéry et qui n'ont pas rencontré sur leur passage les mollasses marines. Une partie de ces roches provient des vallées de la Durance et du Drac dans lesquelles se trouvent des variolites caractéristiques; d'autres sont arrivées de la région méridionale du Plateau central. Un dépôt reconnu à Proveysiers, à l'O. de Grenoble, par M. Lory renferme des cailloux de même nature qui ont dû être aussi déposés par le fleuve de l'époque miocène.

M. Pillet ajoute que M. le professeur Bachmann auquel ont été communiqués des échantillons de ces cailloux exotiques a reconnu l'identité de plusieurs d'entre eux avec ceux de la nagelfluh; il a signalé entre autres des variolites parfaitement semblables.

T. PLIOCÈNE. D'accord avec M. de Rosemont, M. DESOR[1] regarde les dépôts pliocènes du littoral ligure, aux environs de Nice, comme l'œuvre des rivières qui descendaient des Alpes Maritimes, c'est-à-dire comme une formation de deltas. Cependant les couches des deltas des grands fleuves sont généralement horizontales, tandis que ces conglomérats ont une inclinaison trop forte pour qu'on puisse l'attribuer seulement au soulèvement du littoral postérieur à leur formation. M. Desor explique ce fait par la structure des deltas torrentiels dans les bassins intérieurs des pays de montagnes. Il rappelle les observations faites sur le delta du Dundelsbach dans le

[1] E. Desor, Sur les deltas torrentiels anciens et modernes. Lettre à M. Falsan, 1880. — Voyez sur la formation des deltas : Credner, Die Deltas, ihre Morphologie, geographische Verbreitung und Entstehungs-Bedingungen. *Petermann's Geogr. Mittheil.* Ergänz.-H., 1878.

lac de Lungern en Suisse, sur celui de l'Aar dans le lac de Brienz, sur ceux du Rhône, de la Morge et de la Dranse dans le lac de Genève, sur celui de l'Arve dans le même bassin. Des faits semblables ont été signalés par M. Falsan dans le Beaujolais, dans un endroit éloigné aujourd'hui de tout bassin d'eau. On est en droit d'attribuer une origine analogue aux couches pliocènes du littoral ligure dont l'étendue et l'épaisseur sont considérables. Le delta que forme aujourd'hui le Var et qui est composé de matériaux de même nature que les couches pliocènes, présente aussi la même inclinaison qu'elles, et il n'est que la continuation du même phénomène. En terminant cette démonstration, appuyée de plusieurs intéressantes figures, M. Desor émet l'hypothèse que les conglomérats quaternaires horizontaux des environs de Nice pourraient bien être l'équivalent des dépôts horizontaux qui recouvrent les couches inclinées des cônes de déjection torrentiels. Ils se seraient formés à la suite du comblement des estuaires, alors que le delta pliocène était arrivé à fleur d'eau et que les matériaux charriés par les torrents s'étalaient en couches horizontales à la surface du sol émergé, au lieu de tomber dans un fiord.

T. QUATERNAIRE. L'ouvrage de M. A. FAVRE [1] sur le canton de Genève décrit la nature et l'origine des formations suivantes qui s'étagent au-dessus de la mollasse:

Terrains modernes : alluvions, marais, terrains des pentes, terre végétale.

Terrain postglaciaire : du lac, de l'Arve, du Rhône et des plateaux.

[1] **Description géologique.....**

Terrain glaciaire. Argile glaciaire et blocs erratiques.
Alluvion ancienne { gravier, sable et conglomérat.
marne à lignite.

terrains auxquels il faut ajouter l'étude de sables et de sablons d'époques diverses.

T. GLACIAIRE. La classification des terrains quaternaires des environs de Lyon est clairement exposée par M. FALSAN [1], dans son mémoire sur les terrains tertiaires et quaternaires de Hauterive (Drôme). Le pliocène inférieur ne renferme plus dans cette région de dépôts marins, mais les marnes à lignites, à *Clausilia Terveri, Helix Colonjoni, H. Chaixi*, etc., surmontées par des sables à *Mastodon dissimilis*. Au-dessus se trouve une masse énorme de graviers et de sables qui constitue une grande partie des alluvions anciennes ou glaciaires et que, d'accord avec M. Tournouër, il classe dans le pliocène moyen et supérieur. Ce terrain correspond dans le Lyonnais, aux phases que le phénomène glaciaire a subies en Suisse avant la grande extension. Il marque le passage à la période quaternaire à laquelle on doit aussi en partie le rapporter [2]. Il est recouvert par le terrain erratique proprement dit, au-dessus duquel se trouve le terrain à *Elephas primigenius, Cervus tarandus, Arctomys primigenia.*

Le même auteur [3] a fait une étude intéressante de la formation de la vallée du Rhône et de la Saône à Lyon

[1] Falsan, Note sur la position stratigraphique des terrains tertiaires supérieurs et quaternaires à Hauterive (Drôme). *Bull. Soc. géol.*, 1879, VII, 285.

[2] En 1875, M. Falsan rapportait encore en entier cette formation au terrain quaternaire.

[3] Falsan, Esquisses géologiques lyonnaises. Histoire géologique du Rhône et de la Saône à leur passage à Lyon, 1880.

et des modifications subies par cette vallée dans les temps géologiques. La plupart d'entre elles tiennent à l'arrivée et au retrait des anciens glaciers; nous en indiquerons ici les principales phases : Le défilé dans lequel la Saône s'écoule à Lyon dans des roches cristallines est le résultat de deux failles d'époque ancienne. La première formation de la vallée de la Saône et du Rhône date des grands mouvements orographiques de la fin de la période crétacée qui ont formé la chaîne cébenno-vosgienne d'un côté, le Jura et les Alpes de l'autre. La vallée du Rhône de Genève à Yenne doit avoir été ouverte dans le même temps. La mer des époques éocène et miocène a formé dans la vallée du Rhône un golfe profond; elle s'est retirée vers le sud à l'époque pliocène inférieure, pour faire place à des dépôts terrestres ou d'eau douce.

Au commencement de l'extension des glaciers (époque pliocène moyenne et supérieure), les cours d'eau grossissant accumulent aux environs de Lyon un immense cône de déjection dont le sommet est entre Lagnieu et la Balme et qui barre une première fois la vallée de la Saône. Les glaciers s'avançant, les eaux qui s'écoulent sous eux opèrent un deuxième creusement de la vallée. La grande extension des glaces opère un nouveau barrage auquel succède, au moment de leur retrait, un troisième et dernier creusement. Les glaciers alpins ne se sont avancés qu'une seule fois jusqu'à Lyon. L'homme préhistorique a été témoin de ce phénomène.

Les recherches relatives au terrain glaciaire se sont enrichies cette année d'un ouvrage considérable dû à MM. Falsan et Chantre[1], et qui concerne les anciens

[1] Falsan et Chantre, Monographie géologique des anciens gla-

glaciers et le terrain erratique de la partie moyenne du bassin du Rhône. Nous renvoyons à l'analyse que M. DESOR[1] en a publiée dans les *Archives*, et nous nous bornons à signaler ici quelques faits :

Le plus considérable des anciens glaciers de cette région est celui du Rhône qui se réunit en avançant à celui de l'Arve et aux autres glaciers de la Savoie et du Dauphiné; ses moraines terminales s'étendent suivant une longue ligne concentrique passant par Bourg, Trévoux, Lyon et Vienne. Il ne comptait pas dans cette direction moins de 460 kilomètres de longueur à partir de son origine. Sa puissance verticale était de 1200 à 1600 mètres dans sa partie supérieure, mais elle diminuait beaucoup au delà de la chaîne de la Dent-du-Chat et du massif de la Chartreuse, où il gagnait, au contraire, en surface. Les auteurs ont représenté sur une carte spéciale l'étendue de ce glacier qui, partant de Schneestock, atteignait d'un côté le bord du Rhin, de l'autre les plaines du Dauphiné, et ils en ont donné une coupe longitudinale. Arrivé dans les plaines de France, au lieu de descendre régulièrement le long de la vallée, il dut, par suite d'obstacles naturels, se replier vers le nord sur le plateau des Dombes et dans la direction de Trévoux et de Bourg.

A ce vaste glacier vinrent s'ajouter ceux du Bugey et des chaînes secondaires de la Savoie et du Dauphiné qui, à son contact, étaient tantôt déviés, comme celui de la Valserine, de manière à cheminer parallèlement à lui, tantôt envahis et recouverts. Du sud-est arrivaient

ciers et du terrain erratique de la partie moyenne du bassin du Rhône. 2 vol. et une carte, 1879, 1880.

[1] Desor, *Archives des Sc. phys. et nat.*, 1880, IV, 549.

ceux de la Romanche et du Drac, qui rencontraient à Grenoble celui de l'Isère et qui, s'avançant au nord-ouest, étaient envahis par l'extrémité du grand glacier delphino-savoisien. A l'ouest se trouvaient les nombreux glaciers du Lyonnais, du Beaujolais et du Mont-Pilat. Cette brève énumération montre la complication du phénomène erratique dans cette contrée.

Tout en reconnaissant que les glaciers ont été soumis à des oscillations plus ou moins considérables, les auteurs n'ont reconnu nulle part l'existence de deux époques glaciaires distinctes. Ils admettent que l'homme a pu être contemporain de l'ancienne et grande extension. La colline de Charbonnières en Mâconnais, qui domine actuellement la Saône de 20 mètres, a pu être occupée par les hommes de l'âge de la pierre, après le creusement de la vallée de la Saône, au milieu des alluvions anciennes ou glaciaires et avant le moment de la plus grande extension des glaciers alpins.

M. Chavannes[1] a signalé quelques faits intéressants relatifs à la gravière de Romanel près de Lausanne. Elle présente un singulier mélange de matériaux alpins et mollassiques; parmi ces derniers se trouvent beaucoup de blocs de mollasse grise qui doivent provenir de gisements voisins, et de blocs de mollasse rouge qui ne peuvent être tombés sur le glacier que dans les environs de Chexbres et de Vevey.

On trouvera dans le mémoire de M. Baltzer[2] quelques observations relatives aux blocs erratiques dans les Alpes bernoises. L'auteur signale, entre autres, dans le Hasli, un

[1] Chavannes, *Bull. soc. vaud.*, 1880, XVII, vi.
[2] Der mechanische Contact.....

bloc de gneiss à plus de 1200^{m} de hauteur, soit à 600 ou 700^{m} au-dessus de Hof dans le fond de la vallée. Il marque probablement la limite supérieure de l'ancien glacier.

M. STAPFF [1] a aussi donné d'intéressantes indications sur les anciens glaciers du Gothard.

M. GUTZWILLER [2] a fait l'étude de la nagelfluh poreuse ou diluvienne, sur l'âge de laquelle les géologues ont exprimé jusqu'ici des opinions très diverses. Ce terrain, dépourvu de fossiles, a une grande ressemblance soit avec la nagelfluh miocène, soit avec les graviers de la période diluvienne. Il repose partout sur la mollasse, sans alterner jamais avec elle. Il forme un seul banc, toujours horizontal, qui se trouve soit sur les sommités (Utliberg, Irchel, etc.), soit dans les dépressions (Au, Ottikon); les cailloux arrondis sont souvent un peu plus gros que ceux de la nagelfluh miocène; 95 °/₀ sont calcaires ou gréseux; le reste est de roches cristallines; la plupart proviennent de la nagelfluh sous-jacente, mais on y remarque moins de roches cristallines feldspatiques, qui sont très altérées dans la roche miocène et n'ont pu supporter le transport. Le ciment en est poreux, à gros grains et formé d'éléments variés, souvent sans consistance. On n'y trouve pas de cailloux impressionnés, ni écrasés; mais les cailloux calcaires sont souvent rongés et évidés et présentent des cavités de plusieurs centimètres remplies d'une argile fine; ils sont parfois tout à fait spongieux; c'est le résultat d'une action chimique qu'on n'observe jamais dans la nagelfluh miocène, bien que les cailloux ainsi altérés en proviennent.

[1] Geologisches Profil.....
[2] Die löcherige Nagelfluh.....

Ce terrain a été rapporté d'abord au terrain miocène, puis et plus généralement à l'époque quaternaire; mais M. Mayer (Rev. pour 1875, 375) est revenu dernièrement à l'idée d'attribuer la nagelfluh de l'Utliberg et celle de l'Au, qui en font partie, à la fin de l'époque tertiaire. M. Gutzwiller décrit minutieusement les caractères de ces deux dépôts et de celui du Reidbach qui est intermédiaire, et il démontre qu'ils doivent avoir été formés par des eaux courant à la surface des anciens glaciers et déposant sur leur bords ces amas caillouteux, le plus élevé, celui de l'Utliberg, étant le plus ancien. La nagelfluh d'Altschloss a aussi la même origine. A l'E. du lac de Zurich, les dépôts de cette roche qu'on observe à Ottikon, Ober-Uster, Gutensweil et Wangen, datent aussi de l'époque glaciaire. La présence de cailloux de calcaire et de quartzite écrasés prouve qu'ils ont été soumis à une forte pression qu'on ne saurait attribuer qu'au glacier. Il faut donc admettre qu'ils datent de l'époque interglaciaire et qu'ils ont été recouverts par un nouvel envahissement de la glace.

L'auteur attribue aussi à l'époque glaciaire la nagelfluh poreuse de la Thurgovie, de Schaffhouse et de la partie septentrionale du canton de Zurich; c'est par cette hypothèse seulement que peuvent s'expliquer diverses observations, telles que la présence de la sernifite dans la nagelfluh de l'Irchel, dont l'épaisseur est de 60^{m}. On ne trouve nulle part, entre ce dépôt et les Alpes, les traces d'un courant qui eût été capable de le produire et de le former à une si grande hauteur. Les amas de cette roche sur les parties élevées ont dû s'opérer alors que ces crêtes étaient encore à découvert et que la glace les bordait sur les deux versants; ils disparurent ensuite sous

elle. Ils datent vraisemblablement de sa première extension.

La nagelfluh poreuse des environs de Bâle, recouverte d'une grande épaisseur de lœss appartient probablement aussi à la même époque.

M. Fraas[1] reconnaît dans la Haute-Souabe deux terrains morainiques; l'un, plus ancien, recouvrant de grandes étendues, fertile, est formé d'argile mêlée de cailloux variés, entièrement décomposés jusqu'à une grande profondeur dans l'intérieur du sol; l'autre, plus récent, en collines irrégulières qui rappellent tout à fait les moraines actuelles, forme un sol maigre sur lequel pousse une herbe rare, et il est parsemé de blocs souvent considérables. Une tranchée, faite pour le chemin de fer de Kisslegg à Wangen, a montré comment les argiles et sables tertiaires sur lesquels le glacier avançait, ont été refoulés, comprimés, contournés et mêlés à la moraine profonde. M. Fraas a pu constater ensuite les mêmes phénomènes à Leipzig où ils sont dus aux glaciers du nord. On trouve, soit dans l'Allemagne du nord, soit dans la Souabe, des nagelfluhs quaternaires compactes, et la pression de la glace n'a pas dû rester sans influence sur la formation de ces roches. Elle a été considérable puisqu'on trouve du terrain erratique au sommet de la butte de phonolithe du Hohentwiel qui s'élève de 266^{m} au-dessus de la plaine.

La tranchée indiquée donne une coupe excellente du terrain glaciaire et montre très bien la jonction entre la moraine ancienne et récente. M. Fraas n'admet pas, d'ailleurs, qu'il y ait eu un long intervalle de temps entre

[1] Fraas, Glaciales. *Neu. Jahrb.*, 1880, 268.

les dépôts de ces terrains, qu'il rapporte à une seule période.

Glaciers actuels. M. Baretti[1] a fait une étude détaillée du grand glacier du Miage qui descend du Mont-Blanc sur le versant italien. Il en a donné un plan à 1 : 10,000, avec une série de coupes transversales. Il décrit le bassin de ce glacier, le cirque par lequel il est alimenté, puis le glacier d'écoulement. La moraine latérale droite retenant les eaux de l'Allée-Blanche a formé le lac Combal (longueur 2 kilomètres, largeur 400 mètres). Nous ne pouvons entrer ici dans les détails de la description; mais nous signalons ce mémoire comme une étude très exacte d'un glacier qui peut être regardé comme un type d'un grand glacier de premier ordre.

Le même auteur[2] a retracé l'histoire du lac Ruitor, situé sur le flanc du Val d'Aoste, au pied du glacier du même nom. Il cite une multitude de documents relatifs à ce lac et aux débâcles dont il est cause. Situé à 2302^{m} au-dessus du niveau de la mer, il a environ 400^{m} de long et 130^{m} de large. Aujourd'hui il est séparé par des moraines du glacier, qui est très réduit, et il s'écoule par un émissaire qui est la source du torrent du Ruitor. Avant 1864, il était bordé par la glace même qui formait un barrage; il se déversait en suivant une autre direction dans un petit lac dont les eaux se réunissaient au torrent du Ruitor sortant directement du glacier. Deux cartes à grande échelle nous montrent l'état des

[1] Baretti, Il Ghiacciaio del Miage, versante italiano del gruppo del Monte Bianco (Alpi Pennine). *Mem. R. Accad. Torino*, 1880, XXXII.

[2] Baretti, Il Lago del Rutor (Alpi Graji settentrionali). *Boll. del Club alp. ital.*, 1880.

choses en 1879 et en 1860, et le retrait de 800^{m} subi par le glacier. Le lac a diminué de 100^{m} en longueur et de 170^{m} en largeur; sa surface était alors plus élevée de 45^{m} et le glacier avait alors 65 à 70^{m} d'épaisseur, là où maintenant il n'en compte plus que 5. Ces modifications sont probablement les causes des débacles constatées par les documents historiques. Dans les époques de grande extension ou de grand retrait, le lac s'écoule régulièrement; mais dans celles où les oscillations du glacier produisent successivement des barrages et des ruptures de digue, il se forme les débâcles; les plus anciennes dont on ait conservé la date sont survenues en 1574, 1595, 1640, 1646 et 1680. Divers projets ont été faits pour amener un écoulement des eaux régulier et indépendant des variations du glacier; M. Barretti les examine et les discute tour à tour. A ce mémoire est annexé un projet de M. Marengo qui propose pour atteindre ce but le creusement d'un tunnel.

D'après M. Ch. Dufour[1], le retrait du glacier du Rhône de 1877 à 1879 a été suivant les points de 20 à 100 mètres.

Phénomènes récents. Après avoir rappelé en quelques mots l'éboulement de Vitznau (Rev. pour 1879, 230), M. Baltzer[2] essaie d'établir une classification des éboulements d'après leur grandeur et la nature des matériaux qui les composent, et il en choisit divers exemples parmi ceux de la Suisse. La cause en est généralement l'eau par son accumulation ou comme agent d'érosion, de dissolution ou de désagrégation.

[1] *Bull. soc. vaud.*, 1880, XVI, 706.
[2] Baltzer, Ueber Bergstürze. *Neu. Jahrb.*, 1880, 197.

Un glissement de terrain considérable s'est manifesté au-dessus du village de Brienz dans les Grisons. D'après M. F. de SALIS [1], une masse de 27 hectares de surface et 13,500,000$^{m^3}$ a commencé en 1877 à glisser sur les schistes des Grisons qui lui servent de base. La masse ébranlée est formée de roches de la dolomie principale qui est très découpée et présente par places des fentes de plus de 100^m de profondeur. Le mouvement semble être aujourd'hui presque arrêté, mais on ne peut savoir s'il ne reprendra pas.

M. FRAISSE [2] a signalé les éboulements les plus considérables survenus sur les bords des lacs de Bienne et de Morat par suite de l'abaissement de leurs eaux; ces mouvements du sol n'ont pas dépassé les limites prévues par les ingénieurs.

M. BALTZER [3] a recherché l'origine des marmites de géants. Il en a constaté un grand nombre dans les Alpes sur les bords de torrents actuels, et il en indique quelques-unes plus anciennes, aujourd'hui éloignées des cours d'eaux. Il ne pense pas qu'on puisse leur attribuer une origine glaciaire. En effet, il n'en a jamais reconnu dans le voisinage immédiat des glaciers, et leur formation exige un temps extrêmement long, ce qui est contraire au fait de la progression de la glace. Ce ne sont donc pas des *moulins* qui peuvent en être l'origine, mais il faut l'attribuer à des cours d'eaux antérieurs au dépôt du terrain glaciaire.

[1] F. von Salis, Bergeinsturz bei Brienz, Kanton Graubünden. *Jahrb. S. A. C.*, 1880, 563.

[2] Fraisse, Note sur les érosions de Vallamand. *Bull. soc. vaud.*, 1880, XVII, 157.

[3] Der mechanische Contact.....

L'auteur est ainsi en contradiction avec la théorie exposée par M. Heim pour expliquer la formation du *Jardin des glaciers*, à Lucerne (Rev. pour 1873, 341) et admise également par plusieurs géologues allemands [1] qui ont tous rapporté à l'action glaciaire les nombreuses marmites de géants reconnues récemment dans le nord de l'Allemagne.

FAUNE QUATERNAIRE. M. REGAZZONI [2] a décrit le gisement de marmottes fossiles de Baragiola près d'Olgiate (environs de Côme), signalé par M. Mercalli (Rev. pour 1878, 423). Sous la terre végétale se trouve un terrain de $2^m,50$ d'épaisseur, formé d'un amas et non stratifié de sable et de cailloux, semblable à celui de Cassina Rizzardi; ces cailloux sont granitiques, porphyriques, quartzeux ou calcaires; beaucoup sont polis et striés; mais il n'y a pas de galets. Sous cette formation est un dépôt de gravier dans lequel on a recueilli des ossements de marmottes (*Arctomys marmotta*), tous détachés les uns des autres, appartenant à une trentaine d'individus. D'autres ont été trouvés à Bulgaro Grosso, mais dans d'autres conditions; les squelettes y sont encore partiellement conservés et ils sont associés à des fossiles marins. Ces deux gisements paraissent donc avoir une origine différente.

M. GIRARDOT [3] a fait connaître les résultats de fouilles opérées dans plusieurs cavernes du Jura. L'une d'elle, nommée la Caverne-à-la-Vieille, au Mont des Ifs, près de

[1] Nölting, *Zeitschr. d. d. geol. Ges.*, 1879, XXXI, 353; Behrend, *Ibid.*, 1880, XXXII, 56; Penck, *Ibid.*, 1880, XXXII, 627.

[2] Regazzoni, Le Marmotte fossili dei dintorni di Como. *Atti Soc. ital. d. sc. nat.*, 1879, XXII, 22.

[3] Girardot, Études d'archéologie préhistorique, de géologie et de botanique dans les environs de Chatelneuf (Jura). *Mém. Soc. d'Émulat. du Jura*, 1879, et à part.

Châtelneuf, présente, sous une couche de stalagmite, un dépôt de boue glaciaire à blocs et cailloux striés, dans lequel il a trouvé des débris de marmottes (*Arctomys marmotta*) qui ont été déterminés par M. Rutimeyer. Ils se composent de deux demi-maxillaires inférieurs, dont l'un est très bien conservé et n'a certainement pas été charrié par le glacier. Cet animal a donc vécu en cet endroit à l'époque glaciaire[1].

M. Girardot a aussi décrit la station préhistorique de Ney dans le Jura; c'est un abri sous roche situé au pied du pic de la Grande-Châtelaine, au fond de la Reculée de Ney qui avoisine la route de Lons-le-Saunier à Champagnole. L'auteur a exploité avec grand soin la couche archéologique qui a une épaisseur de $1^{m},50$ environ et qui est recouverte des éboulis du pic voisin; il y a recueilli un fragment de bronze, de nombreux outils de pierre polie, parmi lesquels une hachette en euphotide, des grès à polir et des percuteurs en quartzite, plus de 3000 fragments de poteries, 10 fusaïoles, un reste de foyer, de nombreux débris d'animaux, des coques de glands et coquilles de noisettes, etc. Plusieurs instruments de bronze ont été trouvés dans le voisinage et datent probablement de la fin de l'époque d'habitation de la station. Les dents et les

[1] La présence de la marmotte dans le Jura à l'époque quaternaire a aussi été signalée par divers auteurs, par M. Bonjour, à Charbonny, dans un dépôt de charriage glaciaire (*Géologie stratigraphique du Jura*, 41), par M. Tuefferd dans la grotte de Chataillon près de Montbéliard, où elle se trouvait avec l'aurochs, le castor et des silex taillés (*Mém. Soc. émul. Montbéliard*, 1878, II, 70-85), par MM. Bleicher et Faudel dans la grotte d'Oberlarg (Haute-Alsace) avec des outils de silex, du cuivre et des poteries (*Matér. pour l'hist. de l'homme*, 1878, 401). Elle a aussi été reconnue dans les grottes de Veyrier, de Villeneuve, de Thayngen et sur divers points des Alpes (Rev. pour 1878, 423).

ossements, généralement fendus en long, appartiennent au porc, qui est le plus abondant, au bœuf, au mouton, à la chèvre, au cheval, au cerf et au chien qui est le plus rare. La simplicité des poteries et la rareté du métal font supposer que cette station date du commencement de l'époque de bronze. Une vue et un plan de la station, ainsi que les figures d'un grand nombre d'objets accompagnent cette note.

Une nouvelle station de l'époque de la pierre a été découverte sur la rive droite du lac de Neuchâtel près de Gerlafingen. Elle a déjà fourni des objets en silex avec manches en corne de cerf, des pelotons de fil carbonisés, des haches en néphrite, etc. Bienne.

M. V. Gross[1] a figuré un canot en bois de chêne trouvé à Vingreis au bord du lac de Bienne, à $0^m,80$ de profondeur dans des terrains d'alluvions; il est carré à l'arrière et orné à l'avant d'un prolongement en forme d'éperon; sa longueur est de $9^m,55$, sa largeur maximum de $0^m,90$ et sa hauteur de $0^m,46$.

Le même auteur[2] a retiré de la palafitte de Locraz une hache en cuivre pur à double tranchant, de $0^m,42$ de longueur, et pesant plus de 3 kilogrammes; sa forme est très élégante. Il suppose qu'elle a été importée de l'étranger.

M. F. Keller[3] a signalé des masses de fer allongées pesant de 5 à 6 kilogrammes, et qui ont été trouvées dans

[1] Gross, Le canot lacustre de Vingreis (lac de Bienne). *Indic. d'antiquités suisses*, 1880, 69.

[2] Une double hache en cuivre de Locras. *Indic. d'antiq. suisses*, 1880, 1.

[3] Keller, Prœhistorische Eisenbarren. *Indic. d'antiq. suisses*, 1880, 25.

plusieurs tourbières. Elles paraissent être provenues de l'étranger et avoir été destinées à la fabrication de divers objets de ce métal; on en a trouvé récemment une dizaine dans une tourbière près de Hedingen (canton de Zurich).

M. H. Fischer [1], qui a examiné et analysé un grand nombre d'instruments préhistoriques de jadéïte, de néphrite et de chloromélanite, trouvés en Europe, partage l'opinion qui explique par l'importation la présence de ces roches et il ne croit pas qu'elles se trouvent dans les Alpes.

Cet auteur [2] a fait une étude minéralogique spéciale des matières qui constituent ces instruments préhistoriques. Après avoir examiné la nature et le mode de travail d'un grand nombre d'entre eux, il a reconnu qu'ils sont polis ou taillés suivant la nature de la roche utilisée, mais que l'on ne doit pas caractériser par le genre du travail deux époques différentes. Certaines matières peuvent seulement se polir, d'autres ne peuvent être utilisées que taillées , et l'un de ces procédés n'indique pas une civilisation plus avancée que l'autre. Nous signalons ici, sans pouvoir les analyser, plusieurs des mémoires de ce savant.

[1] H. Fischer, Ueber Jadeit. *Neu. Jahrb.*, 1880, 174.

[2] Ueber die mineralogische Bestimmung archäologischer Steinobjecte. *Neu. Jahrb. I*, Beil.-Band, 1880, 113. Ueber die in öffentlichen und Privat-Museen Deutschlands, Oesterreichs, der Schweiz und Oberitalien vorfindlichen grösseren Beile aus Nephrite, Jadeit und Chloromelanit. *Correspond. Bl. d. d. anthrop Ges.*, 1880. Ueber Verbreitung der Steinbeile aus Nephrit, Jadeit und Chloromelanit besonders in Europa. *Ibid.*, 1879. Ueber prähistorische Kieselwerkzeuge. *Arch. für Anthropol.*, 1880, 273. Ueber die Fähigkeit der Quarzvarietäten zu Werkzeugen, u. s. w., verarbeitet zu werden. *Corresp. Bl. d. d. anthrop. Ges.*, 1880.

M. BERWERTH [1] croit que la nephrite se trouve dans les Alpes. Après avoir donné des analyses de cette roche provenant de la Nouvelle-Zélande et l'avoir caractérisée comme un schiste à actinote compacte, il émet l'idée qu'elle se rencontrera dans les montagnes du Valais ou des Grisons; la découverte récente de nombreux instruments de cette roche dans la palafitte de Maurach près d'Uberlingen (lac de Constance) lui paraît encore confirmer cette opinion [2]. La couleur verte des objets de cette matière trouvés dans les palafittes semble prouver qu'elle provient de gisements indigènes; en effet, les néphrites d'Asie ont généralement une couleur beaucoup plus claire; la petite dimension des instruments est aussi un argument favorable et indiquerait qu'ils proviennent de gisements en bancs minces, les néphrites d'Asie pouvant être taillés en instruments beaucoup plus grands. La jadéite paraît, au contraire, être d'importation étrangère.

D'après M. RYTZ [3], on a trouvé à Châtroz, sur la rive gauche de la Morge, près de Couthey dans le Valais, sept tombes préhistoriques à une profondeur de 4 ½ pieds; elles étaient entourées de plaques de pierre et recouvertes par un bloc erratique; elles ont fourni des crânes, des ossements et deux pots ronds, l'un de pierre ollaire, l'autre de micaschiste, qui, malheureusement, ont été brisés.

M. WIRZ [4] a découvert une pierre à écuelles dans le

[1] Berwerth, Ueber Nephrit und Bowenit aus Neuseeland. *Sitzungsb. der k. k. Akad. Wiss.*, 1879, t. 80.

[2] Berwerth, Kommt Nephrit in den Alpen vor? *Neu. Jahrb.*, 1881, I, 99.

[3] Rytz, *Indic. d'antiq. suisses*, 1880, 66.

[4] O. Wirz, Schalenstein im Bagnethal (Wallis). *Indic. d'antiq. suisses*, 1880, 1.

village de Villette, en face du Châble dans la vallée de Bagne; c'est un bloc de gneiss de $1^m,45$ de long, $0^m,70$ de large et $0^m,10$ de haut, sur lequel on compte onze écuelles.

M. TRUCHET[1] a décrit plusieurs pierres à écuelles qui se trouvent à Fontcouverte en Maurienne; ces blocs sont disposés dans un ordre presque symétrique sur trois lignes à peu près parallèles. Il a signalé aussi un bloc de grès anthracifère de $1^m,80$ de long, parfaitement poli, marqué de 11 rainures droites et qui devait servir de polissoir pour les instruments de pierre.

[1] F. Truchet, Les pierres à bassins ou à écuelles et le polissoir de Comborsière. *Rev. savois.*, 1880, 105.

TABLE DES AUTEURS

BALTZER. Coupe du Glärnisch, 168. Contact du gneiss et des calcaires des Alpes bernoises, 202. Terrain jurassique des Alpes bernoises, 220. Éocène des Alpes bernoises, 233. Glaciaire des Alpes bernoises, 247. Classification des éboulements, 252. Marmites de géants, 253. — BARETTI. Zone anthracifère des Alpes grecques, 208. Glacier du Miage, 251. Le lac Ruitor, 251. — BENOIT. Purbeckien du Jura, 226. — BERWERTH. Gisement de la néphrite, 258. — BERLIOUX. Le Jura, 148. — BERNHARDT. Phonolite du Hehgau, 154. — BODMER. Formation des vallées par l'érosion, 171. — CHANTRE. V. *Falsan*. — CHAVANNES. Gravière de Romanel près Lausanne, 247. — CHOFFAT. Mélanges d'horizons stratigraphiques dans le Jura, 224. — COMMISSION GÉOLOGIQUE. Feuilles IV et V de l'Atlas fédéral par Gutzwiller et Schalch, 150. — COSSA. Serpentine du Gothard, 139. Feldspath corindonifère de Biella, 152. Rutile dans une éclogite du Val Tournanche, 152. — DE LA HARPE, PH. Nummulites des Alpes, 233. Nummulites du flysch, 234. — DESOR. Deltas pliocènes des Alpes maritimes, 242. Terrain glaciaire du Lyonnais, 246. — DOGE. Plante fossile de la mollasse rouge, 238. — DUFOUR, CH. Retrait du glacier du Rhône, 252. — ENGELMANN. Dolomie de Binnen et de Campolongo, 156. — FALSAN. Biographie d'Ebray, 129. Terrain quaternaire des environs de Lyon, 244. Formation de la vallée de la Saône, 244. — FALSAN et CHANTRE. Terrain glaciaire de la partie moyenne du bassin du Rhône, 245. — FAVRE, A. Géologie du Canton de Genève, 150. Roches du Canton, 151. Terrains quaternaires du Canton, 243. — FELLENBERG (E. DE). Géologie des Alpes bernoises, 130. Contact du gneiss et des calcaires, 207. — FISCHER, H. Instruments de jadéite, 257. — FONTANNES. Faune de Crussol, 224. — FOREL. Tremblements de terre en 1880, 175, 176. — FRAAS. Glaciaire de la Haute-Souabe, 250. — FRAISSE. Éboulements au lac de Bienne, 253. — FRÉMY. Effet de la pression sur des matières végétales, 165. — GIORDANO. Géologie du Gothard, 138. — GIRARDOT.

Ossements de cavernes du Jura, 254. Station de Ney (Jura), 255. — GREPPIN. Observations dans le Jura, 150. Terrain houiller du Bas-Valais, 209. — GROSS. Canot lacustre. 256. Hache de Locraz. 256. — GUINAND. Marbres de Saillon, 160. — GUMBEL. Crinoïdes dans le calcaire d'Andermatt, 141. Montagnes des environs de Côme et de Lugano, 142. Calcaire de Rœthi, 158. Effet de la pression sur les roches, 161. Soulèvement des Alpes, 167. Trias du Bergamasque. 213. Aiguilles d'éponges dans le flysch, 235. — GUTZWILLER. Nagelfluh de la Suisse orientale, 239. Nagelfluh poreuse de la Suisse orientale, 248. V. *Commission géologique*. — HEIM. Double pli des Alpes glaronaises. 131. Déformation plastique des roches, 163. Soulèvement des montagnes. 167. Érosion dans la Haute-Engadine. 173. Cause des tremblements de terre. 174. — HOLLANDE. Coupe des environs de Chambéry, 149. — JACCARD. Manuel de géologie. 129. — JANNETAZ. Propagation de la chaleur dans les roches, 165. — KELLER. Masses de fer dans diverses tourbières, 257. — KOLLBRUNNER. Érosion des vallées, 170. — LIST. Analyse de la taraspite, 157. — LOMMEL. Accroissement de la chaleur dans les montagnes. 161. — LORIOL, P. (DE). Crinoïdes fossiles de la Suisse. 212. — LORY. Rôle des failles dans les Alpes, 169. — MAILLARD. Coupe du ravin de la Paudèze, 238. Feuilles fossiles dans la mollasse, 239. — MARSHALL-HALL. Serpentine de la vallée de Saas. 152. Cristaux du gabbro de la même vallée, 153. — MOJSISOVICS, E. (DE). Trias des Alpes lombardes, 215. — MUGGE. Kersantite du col de Steinach. 154. — PARONA. Géologie des environs du lac d'Orta, 142. Lias de Gozzano, 217. Tithonique des Alpes vénitiennes, 226. — PFAFF. Analyse des schistes éocènes de Glaris, 158. Analyse du calcaire de la Lochseite, 159. Soulèvement des montagnes, 168. — PICHLER. Porphyrite du col de Steinach, 154. — PILLET. Lias de la Table (Savoie), 219. Cailloux exotiques du bassin d'Aix. 241. — PISANI. Analyse de la turnérite, 155. — POZZI. Protogine du Mont-Blanc, 151. — RAMMELSBERG. Ginilsite des Grisons, 153. — REGAZZONI. Marmottes fossiles d'Olgiate, 254. — RENEVIER. Orographie des Alpes vaudoises. 130. Analyse de roches triasiques, 157. Insecte houiller d'Arbignon. 210. — RÉVIL. Coupes des environs de Chambéry, 223. — ROTHPLETZ. Géologie du Tœdi, 131. — Cailloux impressionnés. 174. Gneiss du Tœdi. 201. Terrain houiller et verrucano du Tœdi, 210. — RYTZ. Tombeaux dans le Valais, 258. — SALIS, F. (DE). Éboulement à Brienz (Grisons), 253. — SCHALCH. Lias du grand-duché de Bade, 217. V. *Commission géologique*. — SCHARDT. Sidérolitique et mollasse rouge du pied du Jura, 236. — SORDELLI. Plantes des schistes de Besano, 216. — SPREAFICO. Ter-

rains anciens du Tessin, 141. — SPRING. Effets de la pression sur les roches, 164. — STACHE. Alpes tyroliennes, 147. Roches d'olivine dans le Tyrol, 148. — STAPFF. Géologie du Gothard, 131. Bactéries dans le tunnel du Gothard, 140. Accroissement de la chaleur dans les montagnes. 161. Déformation plastique des roches, 163. Terrasses marines sur le Gothard. 171. Glaciaire du Gothard, 248. — STEINMANN. Terrain bathonien de l'Alsace, 221. Spongiaires de la grande oolite. 223. — TARAMELLI. Porphyres de Lugano. 145. Lias des Alpes vénitiennes, 219. — TRIBOLET, M. (DE). Tremblement de terre en 1879 et en 1880, 176. 177. — TRUCHET. Pierre à écuelles en Maurienne, 259. — UHLIG. Lias de Sospirolo, 218. Oxfordien de Roveredo, 223. — VACEK. Double pli des Alpes glaronaises, 131. Néocomien des Alpes suisses. 227. — VÉLAIN. Infralias du Morvan, 216. — WATERS. Calcaire nummulitique des Diablerets. 234. — WIRZ. Pierre à écuelles dans le Valais. 258.

TABLE DES MATIÈRES

Pages.

Introduction. Biographie : Ebray..... 129

I. Descriptions géologiques, géologie dynamique, etc.. 129

DESCRIPTIONS. Géologie générale. *Alpes. Versant nord.* Alpes vaudoises. Alpes bernoises. Alpes glaronaises. Saint-Gothard. *Versant sud.* Rives des lacs italiens. Porphyres de Lugano. Tyrol méridional..... 129

Jura et plaine. Orographie du Jura. Savoie. Feuille VII. Canton de Genève. Feuilles IV et V..... 148

ROCHES ET MINÉRAUX. Roches du Canton de Genève. Protogine du Mont-Blanc. Feldspath corindonifère de Biella. Rutile du Val Tournanche. Serpentine et hypersthénite de la vallée de Saas. Ginilsite des Grisons. Porphyrite du Tyrol. Phonolithe du Hehgau. Turnérite des Grisons. Dolomie de Binnen. Taraspite des Grisons. Dolomie des Alpes vaudoises. Cipolin de Crevola. Calcaire de Rœthi. Schistes éocènes de Glaris. Lochseitenkalk de Glaris. Marbre de Saillon. 151

Chaleur interne..... 161

Effets de la pression sur les roches. Théorie de la plasticité des roches. Expériences. Propagation de la chaleur dans les roches..... 161

Soulèvement. Failles. Théories diverses..... 167

Érosion. Théories. Formation des vallées. Engadine.. 170

Cailloux impressionnés..... 174

Tremblements de terre. Leur rapport avec la formation des montagnes. Secousses ressenties en 1880..... 174

II. Terrains..... 201

TERRAINS PRIMAIRES. Gneiss du Tœdi. *Contact du gneiss et du calcaire.* Alpes bernoises. Alpes valaisannes.. 201

TERRAINS PALÉOZOÏQUES. *Terrain houiller.* Val d'Aoste. La Thuile. Bas-Valais. Insecte d'Arbignon. Tœdi. *Verrucano* du Tœdi..... 208

TERRAINS MÉSOZOÏQUES. Crinoïdes. *Terrain triasique.* Trias inférieur des Alpes lombardes. Trias supérieur des Alpes italiennes. Schistes de Besano..... 212

Pages.

T. rhétien..... 216

T. liasique. Grand-Duché de Bade. Alpes italiennes. Gozzano, Sospirolo. Erto. La Table en Savoie..... 217

T. jurassique. Alpes bernoises. Grande oolite de l'Alsace et du Brisgau. Coupes géologiques en Savoie. Oxfordien de Roveredo. Banc à Hexactinellides du Jura. Zone à Ammon. Beckeri de Crussol. Tithonique du Monte Baldo. Purbeckien du Jura..... 220

T. crétacé. T. néocomien. Savoie. Suisse centrale. Suisse orientale..... 227

TERRAINS CÉNOZOÏQUES. *T. éocène*. Nummulites. Alpes bernoises. Diablerets. Nummulites du flysch. Aiguilles d'éponges dans le flysch. Sidérolitique du Jura. *T. miocène*. Mollasse rouge du pied du Jura, de Vevey. Mollasse de la Paudèze. Plantes fossiles près Lausanne. Nagelfluh de la Suisse orientale. Blocs exotiques en Savoie. *T. pliocène*. Deltas des Alpes maritimes..... 233

T. quaternaire. Canton de Genève. *T. glaciaire*. Environs de Lyon. Bassin du Rhône. Lausanne. Alpes bernoises. Saint-Gothard. Nagelfluh poreuse de la Suisse orientale. Haute-Souabe..... 243

Glaciers actuels. Miage. Ruitor. Rhône..... 251

Phénomènes récents. Éboulements : Vitznau. Brienz, lac de Bienne. Marmites de géants..... 252

Faune quaternaire. Marmottes fossiles d'Italie, du Jura. Station de Ney. Station lacustre du lac de Neuchâtel. Objets lacustres. Origine de la nephrite et de la jadéite. Tombes préhistoriques. Pierres à écuelles.. 254

To avoid fine, this book should be returned on
or before the date last stamped below

BRANNER LIB.
send to dep't

NON-CIRCULATING